BUGBOOK®
Continuing Education Series

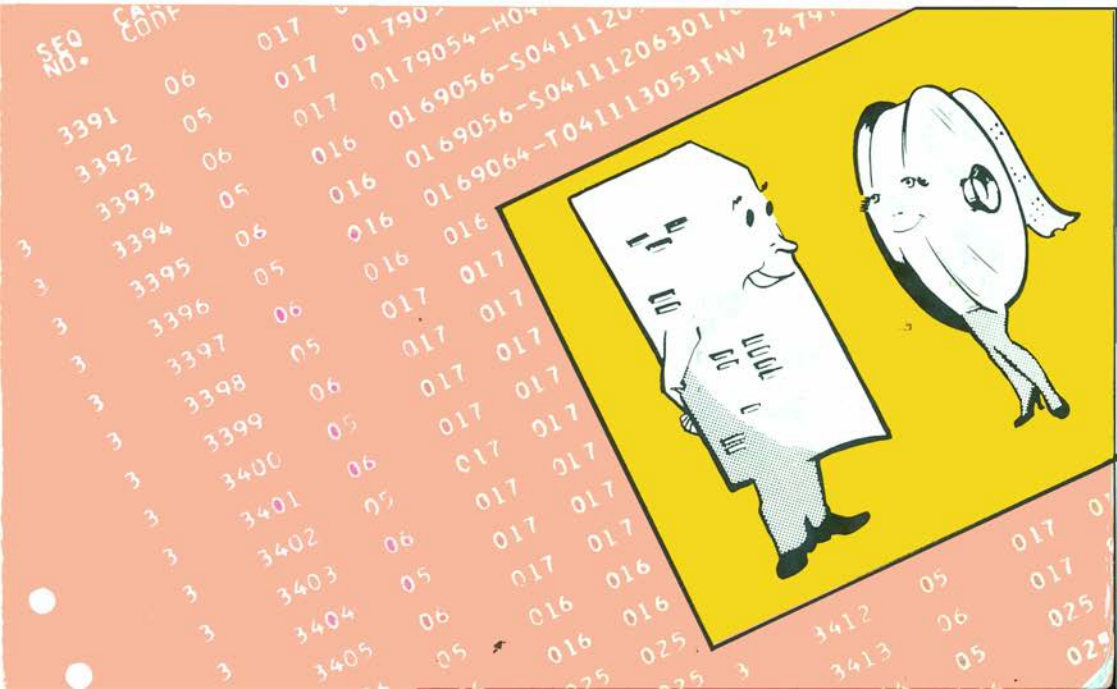
edited by
Titus, Titus, Rony & Larsen

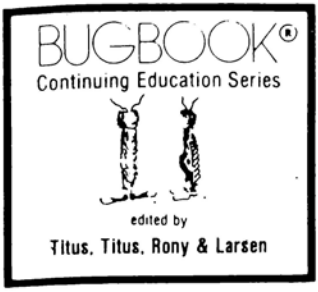
# PRINCIPI E TECNICHE DI ELABORAZIONE DATI

EDIZIONE ITALIANA

a cura del Corporate Education Department della NCR Corporation

JACKSON ITALIANA EDITRICE






# PRINCIPI E TECNICHE DI ELABORAZIONE DATI

a cura del
Corporate Education
Department
della
NCR Corporation

JACKSON ITALIANA EDITRICE S.r.l.
Piazzale Massari, 22 - 20125 Milano

© Copyright 1974
per l'edizione originale
The National Cash Register Co.
Dayton, Ohio (USA).

© Copyright 1980
per la versione italiana
Jackson Italiana Editrice S.r.l.
Piazzale Massari, 22 - 20125 Milano

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questo libro può essere riprodotta, posta in sistemi di archiviazione, trasmessa in qualsiasi forma o mezzo, elettronico, meccanico, fotocopiatura, ecc., senza l'autorizzazione scritta.
Il contenuto di questo libro è scrupolosamente controllato ed è completamente affidabile. Tuttavia, non si assume alcuna responsabilità per eventuali imprecisioni od omissioni.

Stampato in Italia da

S.p.A. Alberto Matarelli - Stabilimento Grafico
Via Antoine Watteau, 7 - 20125 Milano

# Introduzione

L'odierna tecnologia impone a chiunque si occupi della manutenzione e riparazione di apparecchi elettronici di conoscere i principi base del flusso e gestione dei dati elettronici. Il presente corso (ideato in origine per il personale della NCR Corporation) presenta molti di questi principi e criteri. Queste nozioni formeranno la base di un eventuale approfondimento futuro.

## SCOPO DEL CORSO

Questo corso è concepito per l'*auto-apprendimento*. Per il suo completamento non sono indicati termini di tempo. In ogni caso è consigliabile che ognuno si fissi un programma di studio da seguire giorno per giorno. Per ciascun periodo di studio si raccomanda un *minimo* di due ore.

### Obiettivi

All'inizio di ciascun capitolo sono proposti degli obiettivi che il lettore si preoccuperà di raggiungere al termine del capitolo.

### Struttura

Ciascun capitolo consiste nell'esposizione dei vari argomenti, seguiti quasi sempre da esercizi studiati appositamente per facilitare l'apprendimento delle nozioni presentate. Per lo svolgimento degli esercizi sono già forniti gli opportuni spazi. Al fine di trarne la massima utilità è necessario che ogni esercizio sia svolto non appena esso si presenta. Al termine di un esercizio si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle soluzioni al termine del capitolo. Nel caso di qualche risposta errata, si ripassino gli argomenti precedenti e si scriva la risposta corretta prima di proseguire.

### Test di Riepilogo del Capitolo

Al termine di ciascun capitolo c'è un Test di Riepilogo. Completato un capitolo occorre risolvere il Test di Riepilogo di quel Capitolo. Le soluzioni di questi test sono riportate in fondo al libro. Al termine del

Test di Riepilogo del Capitolo si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle soluzioni. Nel caso che a *qualcuna* delle domande sia stata data una risposta errata, occorre ripassare gli argomenti ad essa relativi prima di affrontare il capitolo successivo.

**Test Finale**

Lo studio di tutti i capitoli del corso è seguito da un Test Finale che bisogna risolvere. Questo Test tocca gli argomenti di ciascun degli otto capitoli. Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate in fondo al libro. Qualunque risultato diverso da una soluzione esatta del test finale denota delle nozioni approssimative che bisogna immediatamente correggere.

# Sommario

CAPITOLO 1

FONDAMENTI DI ELABORAZIONE ELETTRONICA DEI DATI ..... 7

Introduzione — Obiettivi — Elaborazione dei Dati — Macchine per l'Elaborazione dei Dati — Rappresentazione dei Dati — Test di Riepilogo

CAPITOLO 2

ELEMENTI FUNZIONALI DI BASE ..... 19

Introduzione - Obiettivi - Principi Fondamentali relativi ai Circuiti Logici - Sistemi Circuitali Integrati - Test di Riepilogo

CAPITOLO 3

SISTEMI DI NUMERAZIONE E CODIFICA DEI DATI ..... 61

Introduzione - Obiettivi - Sistemi di Numerazione - Sistema Binario - Addizione e Sottrazione di Numeri Binari - Sistema Decimale in Codice Binario - Leggi sui Segni - Sistema Esadecimale - Sistema Ottale - Conversione tra Sistemi di Numerazione - Formato dei Dati Codificati - Test di Riepilogo

CAPITOLO 4

MANIPOLAZIONE DEI DATI ..... 105

Introduzione - Obiettivi - Temporizzazione - Contatori - Registri - Modalità di Trasferimento dei Dati - Test di Riepilogo

## CAPITOLO 5

SISTEMI DI MEMORIA ..... 131

Introduzione - Obiettivi - Caratteristiche delle Unità di Memoria - Memorie a Nuclei - Memorie a Dischi Magnetici - Test di Riepilogo

## CAPITOLO 6

CRITERI OPERATIVI RELATIVI AL PROGRAMMA, AL CONTROLLO ED ALL'ELABORATORE ..... 155

Introduzione - Obiettivi - Controllo - Il Programma formato delle Istruzioni - Conversione dei Programmi - Test di Riepilogo

## CAPITOLO 7

ALCUNI CONCETTI SUI SISTEMI DI ELABORAZIONE .... 185

Introduzione - Obiettivi - Unità di Ingresso/Uscita - Memorizzazione delle Registrazioni su Nastro - Organizzazione dei Sistemi Calcolatori - Comunicazioni di Ingresso/Uscita - Teoria dei Fasci di Linee - Test di Riepilogo

## CAPITOLO 8

CONCETTI RELATIVI AI SISTEMI TERMINALI ..... 219

Introduzione - Obiettivi - Terminali - Disposizione dei Dati - Verifica mediante Digit di Controllo - Comunicazioni Interne - Comunicazioni Esterne - Tecnologie Attuali - Test di Riepilogo

TEST FINALE ..... 245

RISPOSTE AI TEST DI RIEPILOGO ..... 251

RISPOSTE AL TEST FINALE ..... 254

CAPITOLO 1

# Fondamenti di Elaborazione Elettronica dei Dati

## INTRODUZIONE

Per comprendere che cosa sia l'*elaborazione dei dati* è bene premettere quale significato si debba attribuire alla parola dati e quindi cercare di capire di quali procedimenti ci si valga per convertire questi dati in informazioni dotate di qualche significato o comunque utili. Questo capitolo è dedicato ad una rassegna generale delle funzioni svolte da un sistema per elaborazione dei dati e all'esposizione di come la codifica dei dati permetta di utilizzare a questo scopo delle apparecchiature elettroniche.

## OBIETTIVI

Al termine di questo capitolo, il lettore dovrebbe essere in grado di:

- Fornire una definizione valida del termine *dati*
- Specificare quali siano le funzioni svolte in un sistema per elaborazione dati
- Spiegare il significato di *codifica* e *decodifica*
- Spiegare in quale forma occorre codificare i dati per metterli in un sistema EDP

## ELABORAZIONE DEI DATI

La parola dati è un termine generico legato al concetto di informazione. Questa informazione costituisce il materiale di base nel caso di misure, calcoli e decisioni. I dati da soli, sono privi di significato; essi devono, perciò, essere ordinati in modo da rappresentare almeno per qualcuno un messaggio dotato di significato.

L'elaborazione dei dati non costituisce certo alcunché di nuovo, in quanto, in un modo o nell'altro, ad essa si è fatto ricorso sin dai primi tentativi di comunicazione tra gli esseri umani. La sua portata, tuttavia, è di ben altro genere nel caso di applicazioni tecnico-commerciali.

In un ufficio commerciale, il trattamento dei dati può avvenire manualmente a cura del personale, come mostra l'illustrazione relativa ai diversi compiti nell'ambito di un'ufficio. I dati possono essere trattati con procedure meccaniche, con l'ausilio di macchine per ufficio, oppure elettroniche valendosi delle apparecchiature più veloci e sofisticate. In ogni caso, qualunque sia il metodo adottato, il trattamento dei dati comporta sei funzioni fondamentali:

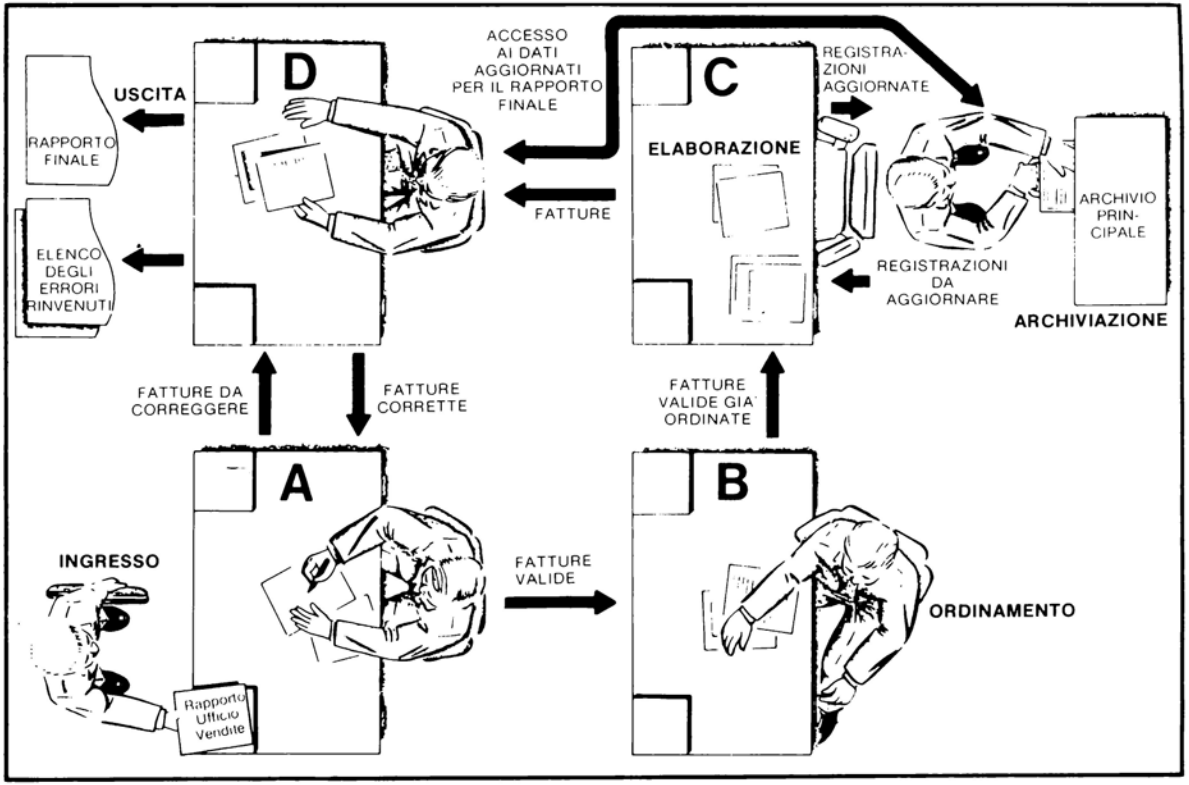
- Ingresso *(Sorting)*
- Ordinamento *(Input)*
- Elaborazione *(Processing)*
- Archiviazione *(Output)*
- Uscita *(Filing)*
- Controllo *(Control)*

### Ingresso

L'ingresso di qualsiasi sistema di elaborazione ha a che fare con dati grezzi da elaborare. Qualunque passo riguardante la registrazione e la raccolta dei dati è da considerarsi come una funzione di input. Nell'esempio dell'ufficio, alla funzione di input provvede il fattorino di un ufficio vendite.

### Ordinamento

Per comodità nel trattamento, i dati sono spesso ordinati secondo l'ordine più conveniente, solitamente alfabetico, con riferimento al nome, oppure numerico, in base al


D
USCITA
RAPPORTO FINALE
ELENCO DEGLI ERRORI RINVENUTI
ACCESSO AI DATI AGGIORNATI PER IL RAPPORTO FINALE
C
ELABORAZIONE
FATTURE
REGISTRAZIONI AGGIORNATE
ARCHIVIO PRINCIPALE
REGISTRAZIONI DA AGGIORNARE
ARCHIVIAZIONE
FATTURE DA CORREGGERE
FATTURE CORRETTE
FATTURE VALIDE GIA' ORDINATE
A
INGRESSO
Rapporto Ufficio Vendite
FATTURE VALIDE
B
ORDINAMENTO

numero del conto. Nell'esempio dell'ufficio, l'ordinamento è svolto dall'Impiegato B.

**Elaborazione**

La funzione dell'elaborazione consiste nell'operazione o nella sequenza di operazioni eseguite sui dati in vista di un determinato risultato. In questa funzione sono comprese tutte le operazioni di calcolo e di aggiornamento delle informazioni già acquisite, neccessarie per ottenere una data soluzione. Nell'esempio dell'ufficio, è l'Impiegato C ad occuparsi della funzione di elaborazione.

**Archiviazione**

La funzione di archiviazione consiste nella conservazione dei dati precedenti neccessari allo svolgimento di qualsiasi attività aziendale. Le informazioni registrate in archivio sono ordinate secondo un criterio prestabilito (ad esempio numerico) per essere più facilmente accessibili. L'archivio principale, nell'esempio dell'ufficio, funge appunto da deposito di informazioni per il sistema dell'ufficio.

Dato l'ampio uso della terminologia tecnica, d'ora in poi si userà, al posto di archivio la parola inglese "file".

**Uscita**

L'uscita da un sistema per l'elaborazione dei dati rappresenta la risposta al problema che il sistema dovrà risolvere. Può consistere in un resoconto stampato, nella convalida per il pagamento di un assegno o in una registrazione aggiornata. Nell'esempio prescelto l'uscita è rappresentata dal rapporto finale a cura dell'Impiegato D.

**Controllo**

La funzione di controllo regola la direzione, l'ordine sequenziale e il coordinamento dei vari elementi del sistema per l'adempimento dei compiti assegnati. Nell'esempio dell'ufficio questa funzione è svolta dal Direttore dell'Ufficio.

## ESERCIZIO N. 1

Si legga l'elenco di parole nella colonna di sinistra e le definizioni nella colonna di destra. Per ogni parola

scegliere la definizione più pertinente scrivendo la lettera che contrassegna la definizione accanto al numero della parola:

| | |
|---|---|
| 1. ___ Dati | a. La manipolazione delle informazioni rivolta ad ottenere un determinato risultato |
| 2. ___ Elaborazione | b. I dati raccolti e registrati da elaborare |
| 3. ___ Uscita | c. La risposta al problema che il sistema è chiamato a risolvere |
| 4. ___ Ingresso | d. Termine generale che denota un'informazione |
| 5. ___ Controllo | e. Ciò che presiede al coordinamento degli elementi del sistema per l'adempimento dei compiti assegnati |

Si confrontino le risposte date con quelle riportate nella pagina delle soluzioni in fondo a questo capitolo.

## MACCHINE PER L'ELABORAZIONE DEI DATI

L'invenzione della macchine per la elaborazione dei dati rese possibile uno sviluppo organico delle varie attività di registrazioni commerciali. Un'addizionatrice, un registro di cassa e una calcolatrice sono altrettanti esempi di apparecchiature di registrazione, utilizzabili isolatamente come piccoli sistemi per l'elaborazione dei dati. Ognuna di esse è in grado di espletare le funzioni di ingresso, ordinamento, elaborazione, archiviazione e uscita. Tuttavia, a causa della modesta velocità di funzionamento e della scarsa flessibilità di controllo di queste singole macchine, esse non si prestano quasi mai ad essere impiegate come sistemi autosufficienti.

Nell'elaborazione dei dati, questi piccoli sistemi, però, si rivelano davvero eccellenti per l'introduzione dei dati in un sistema di elaborazione molto più esteso - come quello organizzato intorno ad un grosso calcolatore.

Comunque, al di là delle dimensioni e del numero delle unità del sistema adottato, alcune caratteristiche fondamentali di funzionamento sono comuni a tutte le apparecchiature di elaborazione.

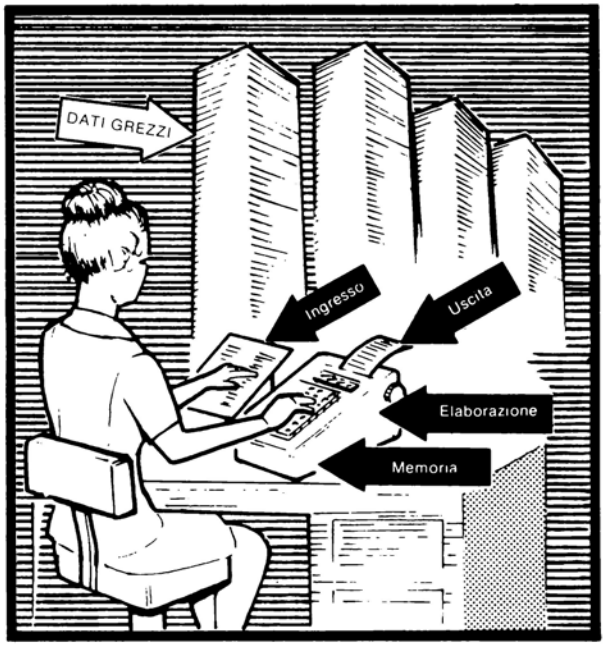
## RAPPRESENTAZIONE DEI DATI

### Codifica

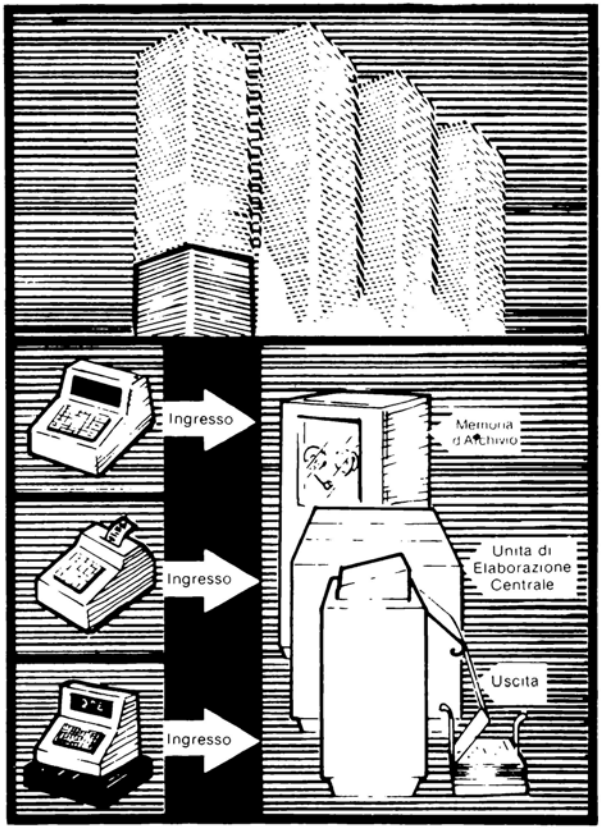
Prima di essere introdotti nella macchina, i dati devono essere organizzati in una forma compatibile con le modalità operative della macchina.

Dal punto di vista meccanico, i bit dei dati si presentano come *posizioni di movimento*. Per la rappresentazione, ad esempio, della cifra 9, si sposta una cremagliera di nove posizioni, la quale a sua volta farà ruotare di altrettante posizioni una ruota dentata; per rappresentare la

Volume per il Sistema



Grazie alla rapidità del sistema di elaborazione non vi accumulo dei dati



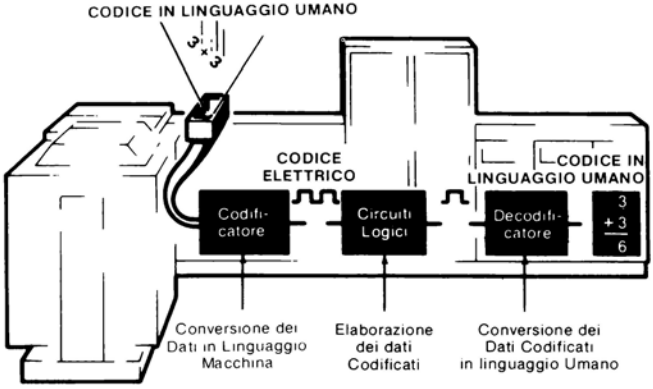

cifra numerica 1, la cremagliera e la ruota sono spostate di una sola posizione. I meccanismi della macchina sono progettati per funzionare a seconda delle varie *posizioni di movimento* in modo tale da dare luogo ai risultati voluti. Nella pratica, i meccanismi interni alla macchina possono identificare o interpretare i dati a condizione che essi siano codificati nella forma di *posizioni di movimento*; si può quindi affermare che mediante *posizioni di movimento* si può avere un linguaggio valido per le macchine meccaniche. Il procedimento seguito per trasformare i dati dal linguaggio umano a quello delle macchine - per l'esempio di cui sopra, da numeri a *posizioni di movimento* - è detto *codifica*.

I dati devono altresì essere codificati prima di essere trattati da qualsiasi apparecchiatura EDP. In ogni caso il linguaggio utilizzato dalle apparecchiature EDP differisce da quello delle apparecchiature meccaniche, in quanto il materiale primario per queste ultime consiste in *posizioni di movimento* mentre per le prime si tratta di livelli di tensione. È perciò neccessario che i dati da introdurre in un'apparecchiatura elettronica siano preventivamente convertiti in un linguaggio di impulsi e segnali elettrici affinché i circuiti possano esercitare una qualsiasi azione su di essi

### Decodifica

Allorché sono estratti dall'apparecchiatura, i dati devono presentarsi in una forma che l'operatore possa comprendere.

Essi devono quindi essere tradotti nuovamente dal linguaggio macchina in linguaggio umano. Questo procedimento ha il nome di *decodifica*.




## ESERCIZIO N. 2

Si legga il riassunto seguente e lo si completi scrivendo le parole mancanti da scegliere nell'elenco sottostante. Compiendo l'esercizio, si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle soluzioni al termine del capitolo.

Nell'utilizzare delle macchine per elaborare dei dati, questi ultimi devono essere (1) _____ nel linguaggio delle macchine. Il linguaggio delle macchine elettroniche per l'elaborazione dei dati si compone di (2) _____ e (3) _____ elettrici. I circuiti della macchina sono influenzabili dalle diverse (4) _____ applicate. Una volta che la macchina ha proceduto all'elaborazione dei dati, questi sono decodificati e presentati in uscita in forma di linguaggio (5) _____.

- decodificati
- umano
- codificati
- tensioni
- impulsi
- macchina
- segnali
- ingresso
- uscita
- elaborati

## TEST DI RIEPILOGO DEL CAPITOLO 1

Si completi il seguente test. Al termine si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella Pagina delle Risposte ai Test di Riepilogo dei Capitoli riportati in fondo a questo libro. Nel caso che qualcuna delle risposte risultasse errata prima di iniziare il prossimo capitolo, si rende necessario un ripasso del contenuto del precedente.

Quelle che seguono sono domande *con scelta tra più risposte*.

1. *Dati* è:

   a. Un termine impiegato per distinguere tra informazione numerica e alfanumerica.

   b. Un termine impiegato per indicare dei livelli di tensione.

   c. Un termine genericamente impiegato per indicare delle informazioni.

2. Le sei funzioni fondamentali da svolgere per l'elaborazione dei dati sono:

   a. Ingresso, ordinamento, elaborazione, archiviazione, uscita e controllo.

   b. Codifica, decodifica, archiviazione, controllo ordinamento e ingresso.

   c. Controllo, ingresso, codifica, elaborazione, archiviazione e ordinamento.

3. La codifica è:

   a. Un'operazione sui dati per tradurli da un linguaggio macchina in un linguaggio comprensibile agli operatori delle macchine stesse.

b. Un'operazione sui dati per tradurli dal linguaggio umano in un linguaggio macchina.

c. Un rifacimento dei circuiti elettronici.

4. La decodifica è:

a. Un rifacimento di circuiti elettronici.

b. La conversione dei dati da linguaggio umano in un linguaggio macchina.

c. La conversione dei dati da un linguaggio macchina in un linguaggio umano.

5. I dati introdotti in un'apparecchiatura EDP sono codificati sotto forma di:

a. Impulsi e segnali elettrici

b. Manoscritti

c. Simboli stampati.

## PAGINA DELLE RISPOSTE

### ESERCIZIO N. 1

1. d
2. a
3. c
4. b
5. e

### ESERCIZIO N. 2

1. codificati
2. impulsi (segnali)
3. segnali (impulsi)
4. tensioni
5. umano

CAPITOLO 2

# Elementi Funzionali di Base

## INTRODUZIONE

Il sistema circuitale di un'apparecchiatura EDP può essere frazionato in tanti circuiti elementari, impiegati ripetutamente in molte combinazioni diverse per l'espletamento di altrettante funzioni distinte. Questi stessi circuiti elementari costituiscono i blocchi fondamentali, tanto che si tratti dei circuiti di una macchina addizionatrice quanto che si abbia a che fare con una più complessa unità di elaborazione.

Lo scopo di questo capitolo è di mettere in chiaro le funzioni dei circuiti fondamentali più comunemente usati. Una buona conoscenza di questa materia consente di determinare quale sia il funzionamento logico dei calcolatori, anche dei più complessi.

## OBIETTIVI

Al termine di questo capitolo il lettore dovrebbe essere in grado di:

- Determinare e illustrare graficamente i segnali di uscita dei seguenti circuiti in funzione di dati segnali di ingresso:
  - Porta AND
  - Porta OR

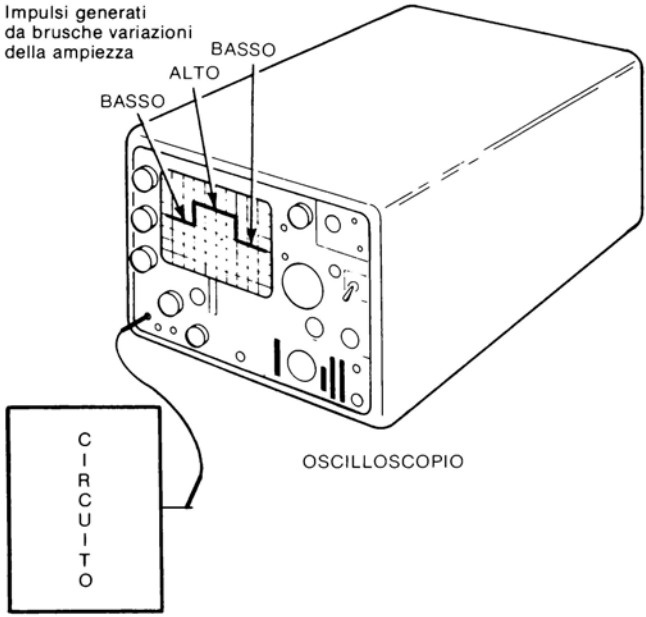
- Flip-flop
- Delay (Ritardo)
- Invertitore
- Porta NAND
- Porta NOR
- Identificare i simboli logici dei circuiti fondamentali
- Interpretare i diagrammi logici fondamentali
- Interpretare le equazioni logiche fondamentali
- Specificare i vantaggi conseguenti all'impiego dei circuiti LSI nella implementazione di apparecchiature EDP

## PRINCIPI RELATIVI AI CIRCUITI LOGICI

### Criteri di funzionamento

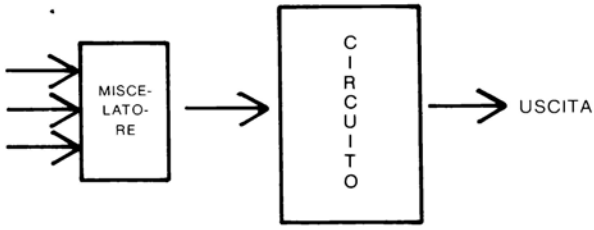
I circuiti fondamentali, i blocchi che costituiscono la gran parte del sistema circuitale di una determinata unità, sono collegati tra di loro da una complessa rete elettrica, grazie alla quale i segnali di uscita di alcuni circuiti fungono da segnali di ingresso per altri circuiti, che a loro volta generano segnali di ingresso per altri circuiti ancora.

Attraverso questa trama circuitale i dati continuano a fluire sotto forma di messaggi codificati elettricamente, prodotti da brusche variazioni dell'ampiezza dei segnali. Queste variazioni improvvise dei livelli di tensione dei segnali generano degli impulsi dai circuiti come dati ai quali è associato un significato, in base alla loro durata e frequenza.




## Logica

Questi segnali presentati all'ingresso di un circuito sono solitamente di varia provenienza e possono essere "sovrapposti" l'uno con l'altro oppure tra di loro separati. Allorché in ingresso si manifesta un'opportuna combinazione prestabilita, l'uscita subisce un'appropriata variazione del suo livello ed è disponibile per essere utilizzata altrove. Il procedimento razionale implicito nella progettazzione del circuito, rivolto a produrre i risultanti segnali di uscita per tutte le possibili combinazioni di ingresso, è denominato *logica*.

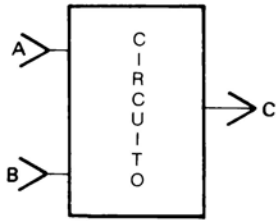


## Tabelle della verità

Per esprimere la funzione logica espletata da un determinato circuito ci si vale di una specie di mappa, come quella illustrata nella figura che segue, denominata *tabella della verità*. Nelle colonne verticali *A* e *B* sono riportate tutte le possibili combinazioni dei segnali di ingresso. *H* denota un segnale *alto* (high) ed *L* un segnale *basso* (low). L'uscita risultante appare nella colonna *C*. In questo esempio l'unica combinazione per cui l'uscita è alta corrisponde al caso in cui entrambi gli ingressi sono *alti*.

| INGRESSO | | USCITA |
|---|---|---|
| **A** | **B** | **C** |
| H | H | H |
| L | H | L |
| H | L | L |
| L | L | L |

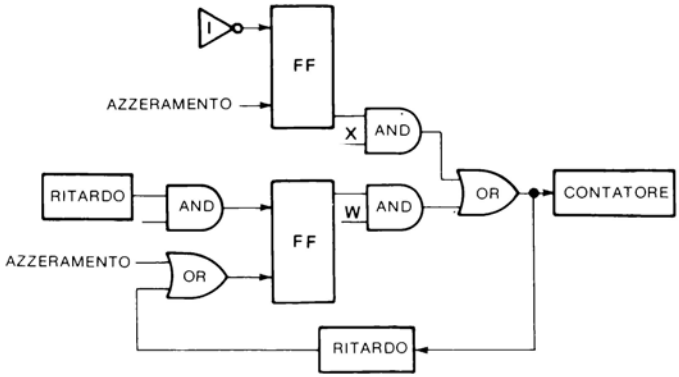
**Tabella della Verità**




NOTA: Questo esempio si riferisce ad una porta di tipo AND che, per avere un'uscita *alta*, richiede che siano *alti* tutti gli ingressi. Viceversa, essa può essere impiegata per generare un'uscita *bassa*, se almeno uno degli ingressi è *basso*.

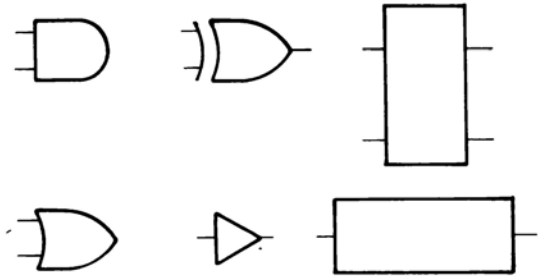
## Diagramma logico

Le uscite dei diversi circuiti sono collegate in modo da costituire gli ingressi logici di altri circuiti. A loro volta questi secondi circuiti possono generare delle uscite conformi ad una determinata logica, che costituiranno gli ingressi di ulteriori circuiti, per cui l'interconnessione tra i circuiti fondamentali assume una notevole complessità. Volendone dare una descrizione è poco conveniente, se non addirittura impossibile eseguire lo schema di tutti i circuiti e delle loro interconnessioni rispettando le norme sui segni grafici per gli schemi elettrici. In alternativa per la rappresentazione dei collegamenti logici dei circuiti fondamentali che svolgono una determinata funzione, si ricorre ad uno schema detto *diagramma logico*.




## Simboli logici

Un diagramma logico si compone di diagrammi minori denominati *simboli logici*, ciascuno dei quali rappresenta una parte di circuito adibita ad una specifica funzione. Le funzioni proprie di ciascun circuito sono indicate da forme diverse dei relativi simboli logici.

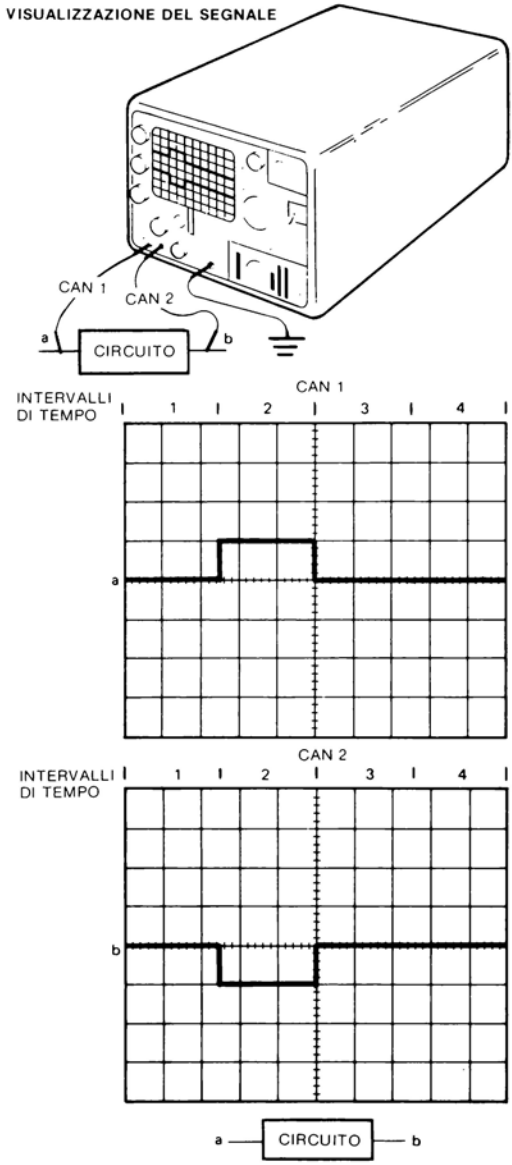


## Modalità da seguire nello studio

Nelle pagine seguenti sono illustrate le funzioni logiche fondamentali di uso più frequente. Via via che si procede allo studio di ciascuna di esse, occorre prestare una attenzione particolare alla forma del simbolo logico che la identifica. Sono inoltre fissate le regole di funzionamento di ciascun tipo di circuito, che devono essere studiate molto bene.

Per agevolare il lettore nello studio delle regole di funzionamento dei vari circuiti, vi sono degli esercizi

pratici da risolvere, consistenti fondamentalmente in un simbolo logico e in assegnati segnali di ingresso. Le informazioni date devono permettere di determinare e registrare il segnale di uscita che ne risulterebbe. Dopo



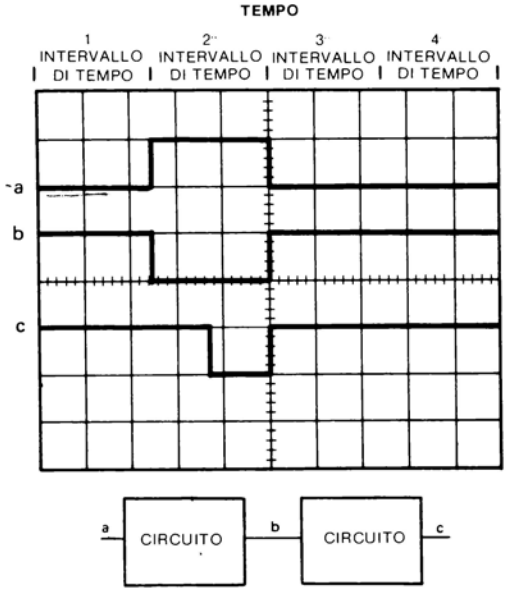
avere completato un esercizio, si consiglia di confrontare la propria risposta con quelle riportate alla fine del capitolo. In caso di mancata concordanza è bene ripassare il contenuto del capitolo e risolvere correttamente gli esercizi prima di proseguire.

## Visualizzazione dei segnali

I segnali assegnati negli esercizi sono tracciati in modo da rappresentare i livelli *alto* e *basso* proprio come apparirebbero sullo schermo di un oscilloscopio.

Sull'oscilloscopio sono anche osservabili le relazioni temporali che intercorrono tra i segnali logici. Vale a dire, per esempio, che, provando con una sonda contemporaneamente il segnale inviato all'ingresso del circuito e quello risultante in uscita, è possibile seguire l'effetto prodotto dal circuito sul segnale.

In questo libro, per rappresentare lo schermo di un oscilloscopio, si utilizzano dei grafici, normalmente suddivisi in settori. I periodi di tempo indicati nei due grafici si riferiscono allo stesso avvenimento, per cui l'ingresso e l'uscita risultante possono essere illustrati l'uno in rela-



zione con l'altro. Nell'illustrazione che segue si noti come il primo intervallo di tempo sia rappresentato a sinistra e l'ultimo intervallo a destra, esattamente come avviene nella visualizzazione sull'oscilloscopio, dove la traccia di un segnale reale va da sinistra a destra. Perciò la porzione di segnale che appare sulla sinistra dello schermo è anteriore a quella che appare sulla destra. La lettera sulla sinistra dei grafici si riferisce al punto del circuito in corrispondenza del quale si esamina il segnale.

Per permettere di osservare la relazione di tempo tra i diversi segnali, si danno dei casi in cui sullo stesso grafico avviene la rappresentazione di più segnali. In tali situazioni ognuna delle rappresentazioni (traccia) è contrassegnata da una propria lettera per indicare il punto del circuito relativo a quel particolare segnale.

## Gating

Come già detto nel corso di questo capitolo, i segnali inviati all'ingresso di un certo circuito logico sono abitualmente più di uno. Con questi segnali si forma una combinazione logica che genera il segnale di uscita risultante. La fusione e la separazione dei segnali di ingresso è comunemente detta *gating*. Il sistema circuitale progettato in modo da generare una determinata uscita come prodotto delle combinazioni dei segnali di ingresso è detto *gate* (*porta*). Ciascun ingresso a un gate è chiamato *leg* (ramo).

I gate esistenti sono di diverso tipo, ciascuno concepito in modo da svolgere la propria funzione particolare (fondere insieme o isolare i vari segnali) secondo regole logiche ben precise. Poiché ciascun tipo di gate deve funzionare seguendo regole logiche differenti, in un diagramma logico essi sono contraddistinti a seconda del tipo cui appartengono, da simboli logici di forma diversa. La conoscenza delle regole logiche associate a ciascuno di questi simboli logici permette di seguire passo - passo il percorso dei segnali in un diagramma logico.

## Espressione logica

Una scrittura concisa per esprimere la logica delle porte nonché di altri circuiti appartenenti ad un diagramma

logico è resa possibile dall'uso di espressioni logiche. Ricorrendo a questo metodo, senza disegnare il simbolo logico della porta, la funzione di gating si scrive sotto forma di equazione.

c = ab

Per poter utilizzare questo metodo, è neccessario assegnare a ciascun segnale logico un simbolo che lo distingua - una lettera, un nome o un numero, ecc. Questi caratteri distintivi hanno il nome di *termini*. Nell'equazione dell'illustrazione (c = ab), *a*, *b* e *c* sono *termini*. Il termine alla sinistra del segno di uguale costituisce il risultato desiderato e i termini a destra sono le condizioni che devono essere verificate per poter ottenere tale risultato. L'equazione logica $c = ab$ afferma: affinché *c* sia *alto*, devono essere *alti a* e *b*. Quando si scrivono dei termini l'uno accanto all'altro senza segni tra di essi (*ab*), si dice che su di essi si compie un'operazione di *AND*.

## ESERCIZIO N. 1

Mettere quanto segue in forma di equazione logica:

1. Quando *h* è *alto* e *i* è *alto*, *j* deve essere *alto*.

   Risposta:

2. Esaminare la tabella della verità riportata in figura e formare un'equazione logica corretta con *b*, *c* e *d*.

| b | c | d |
|---|---|---|
| L | L | L |
| H | L | L |
| L | H | L |
| H | H | H |

Risposta: _____

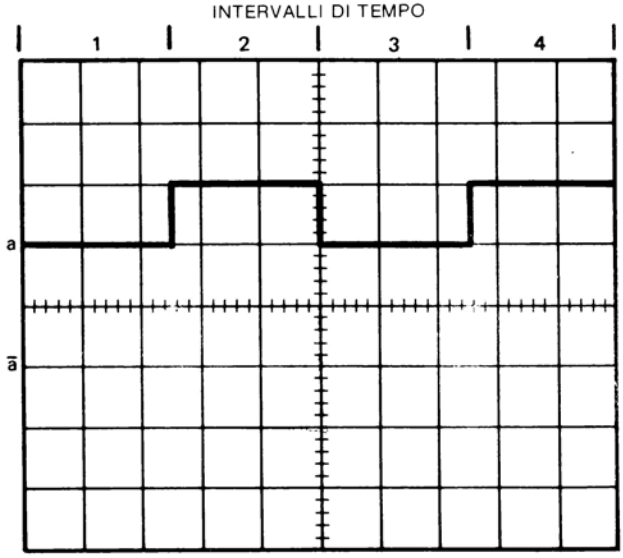
Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle soluzioni al termine del capitolo.

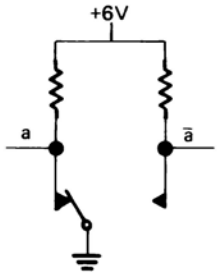
### Termine complementare

Nella costruzione di unità logiche occorre spesso disporre non solamente di un determinato segnale ma anche di un segnale ben riconoscibile e comunque opposto al primo. In realtà la maggior parte dei termini, in ogni istante, è accompagnata da altrettanti termini ad essi opposti o termini invertiti. Quando l'uno è *alto*, l'altro è *basso* e, viceversa, quando il primo è *basso*, il secondo è *alto*. Questo segnale opposto ha il nome di *termine complementare* o, più semplicemente, *complemento*. Nelle espressioni logiche l'identificazione di un termine *complementare* avviene mediante l'apposizione di una *barra* (—). Il complemento del termine *a*, per esempio, è scritto $\overline{a}$ ed è letto come "*a barrato*". Se *a* è *alto*, $\overline{a}$ è *basso*. Se $\overline{a}$ è *alto*, *a* è *basso*; il termine e il suo complemento sono caratterizzati da due stati sempre opposti.

## ESERCIZIO N. 2

Si osservi il seguente circuito e il segnale rappresentato nel grafico, che corrisponde all'andamento del termine *a* in uno spazio di tempo pari a quattro periodi. Per lo stesso intervallo di tempo si tracci il segnale relativo al termine $\overline{a}$, valendosi dello spazio a disposizione sul grafico.






Si confronti la propria soluzione con quella riportata nella pagina delle soluzioni al termine del capitolo.

## La porta *AND*

FUNZIONE AND

| a | b | c | d |
|---|---|---|---|
| Alto | Alto | Alto | Alto |
| Basso | Alto | Alto | Basso |
| Alto | Basso | Alto | Basso |
| Basso | Basso | Alto | Basso |
| Alto | Alto | Basso | Basso |
| Basso | Alto | Basso | Basso |
| Alto | Basso | Basso | Basso |
| Basso | Basso | Basso | Basso |

**Tabella della verità**

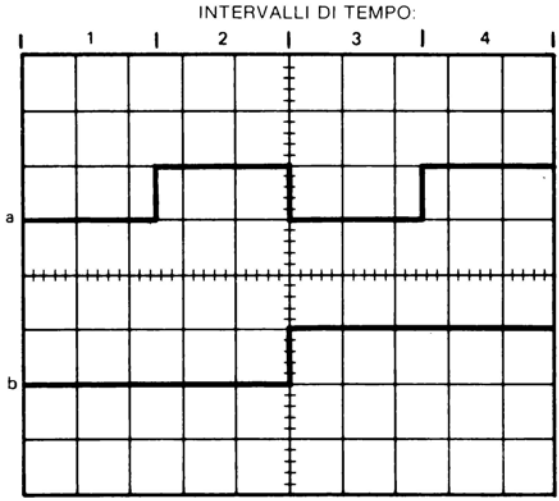
L'uscita di una porta *and* dipende da una combinazione dei segnali di ingresso, per cui è lecito dire che la porta *and* esegue una funzione combinatoria. Le regole che caratterizzano il funzionamento di un circuito di porta *and* sono:
(nell'ipotesi che si desideri che l'uscita sia alta)

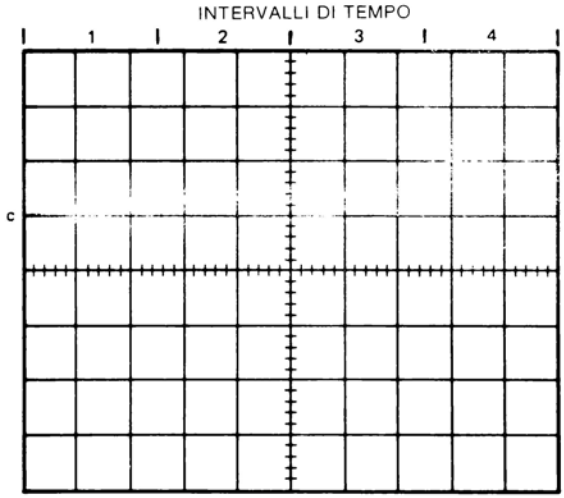
- Per avere un'uscita *alta*, tutti gli ingressi devono essere *alti*.
- L'uscita è *bassa* se è *basso* anche uno soltanto degli ingressi.

La tabella della verità nella figura precedente mostra tutte le possibili combinazioni dei segnali di ingresso per una porta *and* a tre ingressi nonché i segnali di uscita relativi a ciascuna combinazione. Si noti come le regole logiche sono pienamente rispettate.

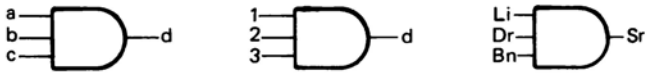
## ESERCIZIO N. 3

1. Il primo Grafico mostra l'andamento dei segnali di ingresso ai punti *a* e *b* della seguente porta. Nell'apposito spazio del secondo Grafico, si tracci il segnale di uscita risultante nel punto *c*.



2. Si riportino nell'apposito spazio tratteggiato le equazioni logiche per le seguenti porte.




Si confrontino le proprie soluzioni con quelle riportate nella pagina delle risposte, al termine del capitolo.

## La porta *OR*

I componenti elettrici che concorrono a realizzare una porta *or* sono disposti in una configurazione tale da permettere a dei segnali prescelti di trasferirsi da uno qualsiasi tra più ingressi ad un'uscita comune, senza tuttavia permettere che i segnali di ingresso interagiscano tra di loro. La porta *or* abilita il flusso di segnali provenienti da sorgenti diverse verso un'uscita comune.

| a | b | c |
|---|---|---|
| Alto | Basso | Alto |
| Basso | Alto | Alto |
| Alto | Alto | Alto |
| Basso | Basso | Basso |

La tabella della verità dell'illustrazione mostra le possibili combinazioni dei segnali di ingresso per la porta *or* a due ingressi, nonché l'uscita risultante relativa alle diverse combinazioni.

Si osservi come il termine *c* di uscita risulti *alto* tanto che sia *alto a* oppure *b*. Ricorrendo ad una espressione logica per scrivere la funzione di questa porta *or*, l'equazione relativa è: c = a + b, dove "+" deve essere letto come *or*.

## ESERCIZIO N. 4

1. Si esaminino i segnali di ingresso nei punti *a* e *b* riportati nel Grafico 1 e quindi si tracci il segnale di uscita risultante nel punto *c* sul Grafico 2.

**DIAGRAMMA 1** INTERVALLI DI TEMPO:

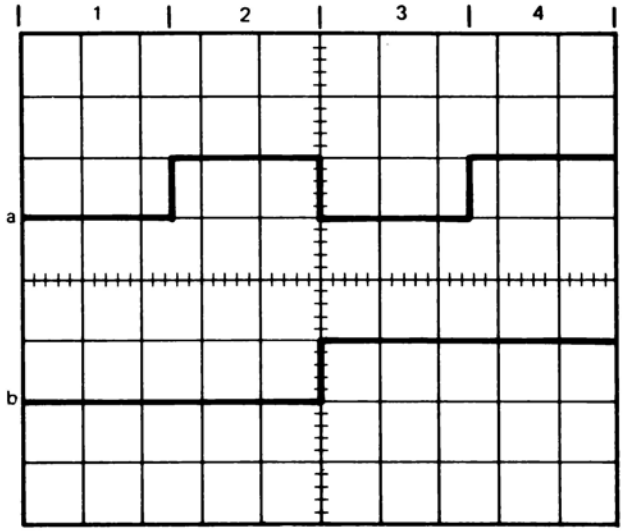
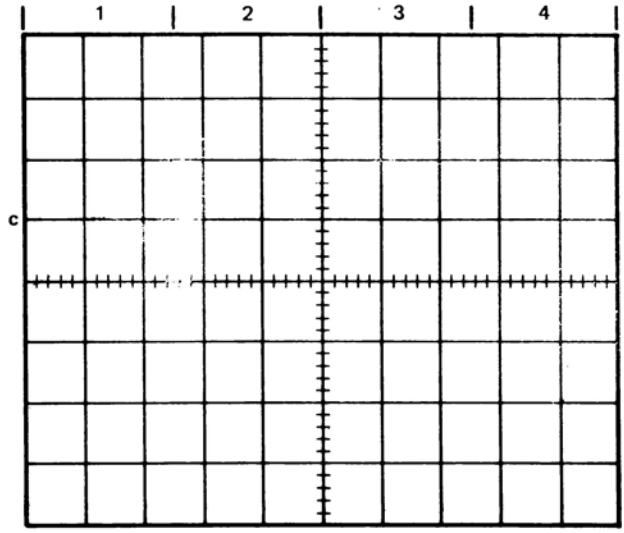



**DIAGRAMMA 2** INTERVALLI DI TEMPO:




2. Si esaminino i segnali di ingresso riportati nel Grafico 1 e si tracci sul Grafico 2 il segnale di uscita risultante nel punto *e*.

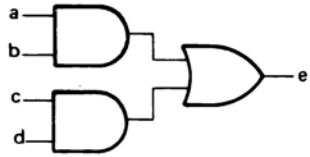



**DIAGRAMMA 1** INTERVALLI DI TEMPO:

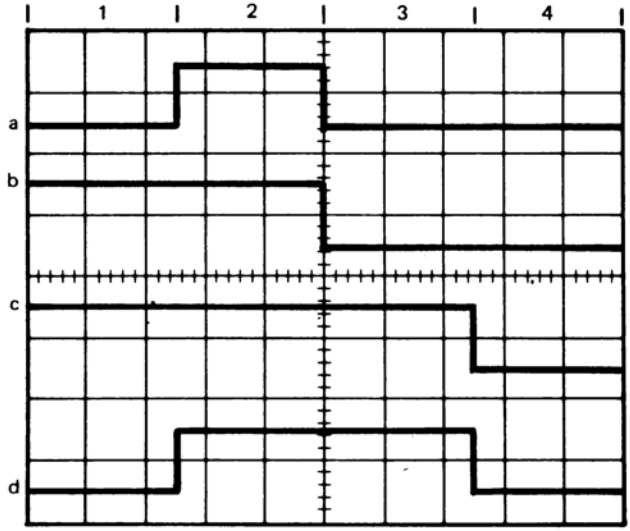
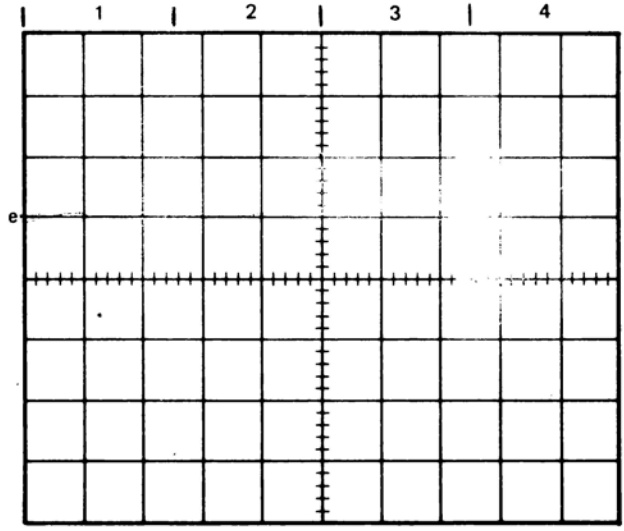



**DIAGRAMMA 2** INTERVALLI DI TEMPO:



3. Si completi l'equazione logica relativa al diagramma logico del Problema 2.

$$e = ab +$$

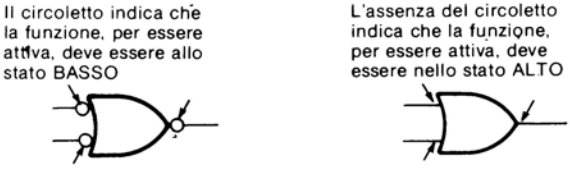
Si confrontino le proprie soluzioni con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

## Livelli logici di attivazione

Nei circuiti progettati per funzionare con tensioni di livello *alto* e *basso* (logica a due stati), uno dei due livelli logici farà sì che il circuito generi la funzione desiderata. Una semplice porta *or*, ad esempio, per generare un segnale di uscita *alta*, deve avere almeno un ingresso a livello logico *alto*. In questo esempio quello *alto* è detto *livello logico di attivazione*. Ciò perchè è l'*alto* che attiva il circuito, in modo da fargli generare la funzione che si desidera
- nell'esempio considerato, l'uscita *alta*.

Comunque vi sono molti circuiti progettati appositamente per reagire a un segnale *basso* poiché in molte situazioni logiche è l'uscita *bassa* a costituire la funzione desiderata. In sintesi, alcuni circuiti logici sono attivati da segnali *alti* e altri da segnali *bassi*.

Per consentire la lettura di un diagramma logico e la determinazione di quale dei due livelli logici sia quello di attivazione, si utilizza un simbolo denominato *indicatore di stato*. L'indicatore di stato non è altro che un circoletto, la cui presenza o meno agli ingressi e alle uscite di un simbolo logico indica il livello di tensione capace di attivare una funzione logica. La presenza di un circoletto in corrispondenza dell'ingresso o dell'uscita di un sim-




bolo logico sta a indicare che quella particolare funzione è *attiva* quando si trova in uno stato *basso*, mentre la sua assenza sta ad indicare il contrario.

## La funzione *NAND*

Nella progettazione logica si hanno dei casi in cui è necessaria una funzione opposta alla funzione *and*: una tale funzione è detta funzione *nand*. Il termine *nand* va inteso come derivato dalla contrazione *not* e *and*,essendo in pratica una funzione *not and*. Una porta *and*,per esempio, seguita da un'invertitore, genera una funzione *nand* (not and).

Anche se la funzione *nand* può essere implementata con più di una disposizione circuitale, il simbolo logico di uso generale per una porta *nand* è quello di una porta *and* con l'aggiunta di un circoletto in corrispondenza dell'uscita.

NAND

| a | b | c |
|---|---|---|
| H | H | L |
| L | H | H |
| H | L | H |
| L | L | H |

H = Alto (High)
L = Basso (Low)

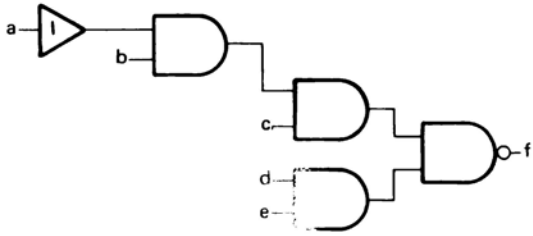
REGOLE DI FUNZIONAMENTO

Le regole che fissano il modo di funzionare di una porta *nand* sono:

- L'uscita è *bassa* se sono *alti* tutti gli ingressi.
- È sufficente che anche uno solo degli ingressi sia *basso* per dare luogo a un'uscita *alta*.

## ESERCIZIO N. 5

Si rivedano le regole relative al funzionamento di una porta *nand* e si indichi, negli appositi spazi, quale sia lo stato attivo di ciascun termine che rende attivo *f*. Segnare una H per *alto* e una L per *basso*.




a = ____

b = ____

c = ____

d = ____

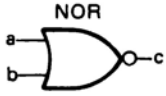
e = ____

Si confrontino le soluzioni con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine di questo capitolo.

## La funzione *NOR*

Come la funzione *nand* è l'opposto di quella *and*, così esiste una funzione detta *nor* (not or) che rappresenta l'opposto della funzione *or*.

Al pari della funzione *nand*, la funzione *nor*, pur potendo essere implementata mediante differenti disposizioni circuitali, è generalmente rappresentata da un simbolo logico costituito da una porta *or* e da un circoletto in corrispondenza dell'uscita.




| a | b | c |
|---|---|---|
| H | H | L |
| L | H | L |
| H | L | L |
| L | L | H |

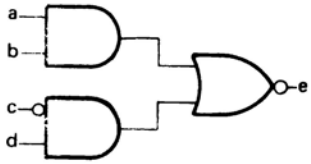
Le regole che presiedono al funzionamento di una porta *nor* sono:

- È sufficente che anche uno solo degli ingressi sia *alto* per dare luogo a un'uscita *bassa*.

- Perchè l'uscita sia *alta* è neccessario che siano *bassi tutti* gli ingressi.

## ESERCIZIO N. 6

In base alle regole relative al funzionamento della porta *nor* si indichi, negli appositi spazi, qual'è lo stato del termine *a* che rende attivo il termine *e*. Mettere una H per *alto* ed una L per *basso*.




a = ____

b = H

c = H

d = H

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

### La funzione *OR ESCLUSIVO*

L' *or Esclusivo* è un'altra funzione logica di uso comune, alla quale corrisponde una porta il cui funzionamento è retto dalle seguenti regole:

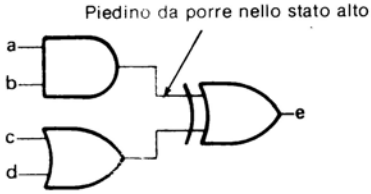
- Tutte le combinazioni di ingressi *alti* e *bassi* danno luogo a un'uscita *alta*.

- Se gli ingressi sono allo stesso livello - cioè o tutti *alti* e tutti *bassi* - l'uscita risulta *bassa*.

| a | b | c |
|---|---|---|
| H | H | L |
| L | H | H |
| H | L | H |
| L | L | L |

## ESERCIZIO N. 7

In base alle regole relative al funzionamento delle porte *or Esclusivo*, si indichino negli appositi spazi, quale debba essere lo stato di ciascun termine per rendere attivo (alto) il termine *e*. Si metta una H per *alto* e una L per *basso*.




a = _____

b = _____

c = _____

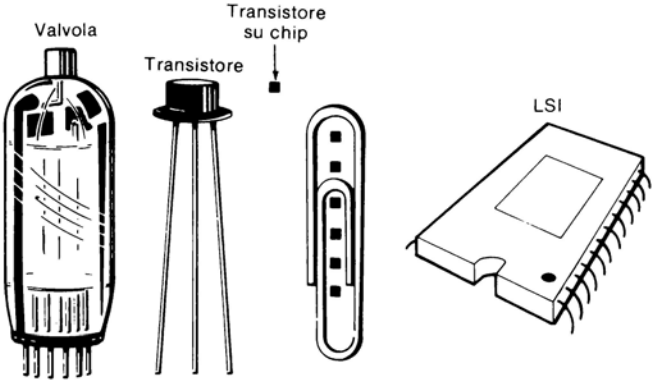
d = _____

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

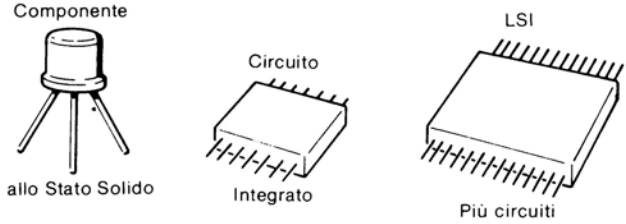
## SISTEMI CIRCUITALI INTEGRATI

Molti sono i cambiamenti intervenuti nei sistemi circuitali EDP, grazie ai numerosi progressi tecnologici avvenuti nella costruzione dei circuiti, rispetto all'epoca in cui

gli elementi fondamentali delle apparecchiature EDP consistevano in resistori, diodi al germanio, condensatori e tubi a vuoto. Attualmente, con l'adozione di una tecnica di realizzazione dei circuiti, detta a integrazione, anche grossi calcolatori di notevole complessità possono essere costruiti in forma compatta e con dimensioni contenute. Grazie all'integrazione, un circuito completo quale un flip-flop, che una volta neccessitava di tutti i componenti già citati, può essere contenuto su di un'unico elemento di materiale semiconduttore di piccole dimensioni. L'impiego di questa tecnica produce come risultato quello che si chiama un circuito integrato.




Nello stesso settore dell'integrazione dei circuiti si sono compiuti tanti passi avanti, che non solo è possibile fabbricare un singolo circuito, anche complicato, in forma miniaturizzata, ma pure valendosi di una tecnica denominata *Large Scale Integration* (a larga scala di integrazione), su di un unico chip si possono realizzare parecchie combinazioni di circuiti diversi.



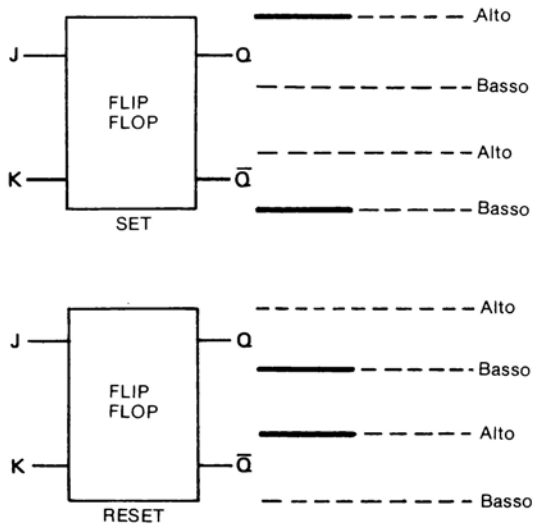

Oltre al pregio della compattezza, l'integrazione LSI offre un altro importante vantaggio: grazie al fatto che i circuiti risultano costruiti, in pratica, come una singola

unità, essi sono in grado di operare a velocità valutabili nell'ordine dei bilionesimi e anche dei trilionesimi di secondo, con assorbimento di potenze piccolissime.

La compattezza, la velocità di funzionamento e la riduzione globale dei costi consentita dall'LSI ne fanno uno dei fattori più rilevanti nel progresso dell'industria EDP.

## Il Flip-Flop

Un flip-flop consiste in un circuito *bistabile* dotato di due ingressi e due uscite. Il nome di bistabile è giustificato dal fatto che il circuito si mantiene in uno stato stabile finché un'impulso di trigger non lo porta nel secondo stato stabile al pari del primo. Esso rimarrà in questo secondo stato stabile sino all'impulso di trigger successivo che lo riporterà nel primo stato stabile.




Come si può osservare in figura, gli stati delle due uscite sono sempre l'uno l'opposto dell'altro. Per chiarire le idee, lo stato di un flip-flop è sempre definito con riferimento all'uscita *Q*. Ad esempio, se lo stato *attivo* è rappresentato da *alto* si dice che il flip-flop ha avuto un *set* quando *Q* è *alto*: quando *Q* è *basso*, si dice che ha avuto un *reset*.

Il controllo del flip-flop avviene attraverso i suoi due ingressi *J* e *K*, dei quali l'ingresso J è adibito all'operazione di *set* e *K* a quella di *reset* del flip-flop.

Per procedere al set del flip-flop bisogna applicare un segnale attivo all'ingresso set (J). Una volta ricevuto un set, il flip-flop si mantiene in tale stato anche se nel frattempo è cessato il segnale attivo. L'applicazione all'ingresso di set di ulteriori segnali attivi non produce alcun effetto. Per il reset del flip-flop, infatti, si deve applicare un segnale attivo all'ingresso di reset (K), dopodichè esso rimarrà in tale stato sino all'applicazione di un nuovo segnale attivo all'ingresso di set.

NOTA: Se il flip-flop riceve un segnale attivo contemporaneamente sia all'ingresso *J* che a quello *K*, esso passa dallo stato in cui si trova a quello opposto.

## ESERCIZIO N. 8

Si indichi quali di queste affermazioni sono corrette scrivendo "vero" oppure "falso"negli appositi spazi.

Nell'ipotesi che lo stato attivo sia *alto*:

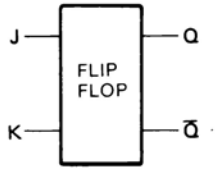
1. Se $Q$ è alto, $\overline{Q}$ è basso._____

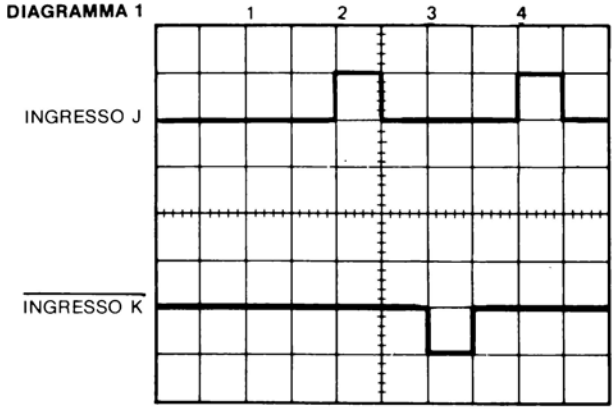
2. $Q$ e $\overline{a}$ non sono mai alti o bassi contemporaneamente._____

3. L'unico modo per il reset di un flip-flop è quello di presentare contemporaneamente a J e a K un segnale di ingresso basso._____

4. Se a J si presentano due segnali di ingresso alti uno dopo l'altro, il flip-flop subisce prima un set e poi un reset._____

5. Il Grafico 1 contiene la rappresentazione dei segnali di ingresso relativi ai due ingressi di un *flip-flop*. Si segnino con una crocetta gli impulsi sul grafico che determinano cambiamenti di stato del *flip-flop*. Il



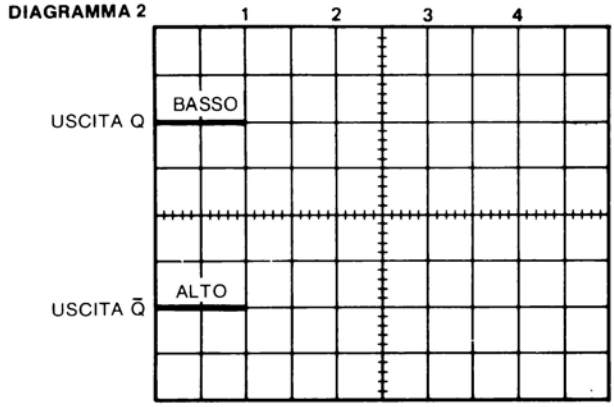




Grafico 2 riporta i segnali di uscita iniziali del flip-flop: lo si completi per i rimanenti quattro intervalli. (Si faccia l'ipotesi che il livello *alto* sia quello attivo).

NOTA: Si immagini che il flip-flop cambi stato nel preciso istante in cui al suo ingresso si presenta un segnale di attivazione ALTO.

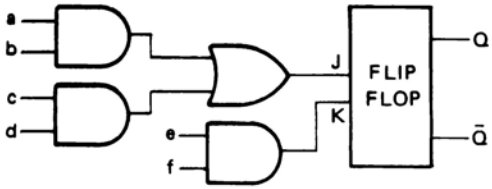



DIAGRAMMA 1

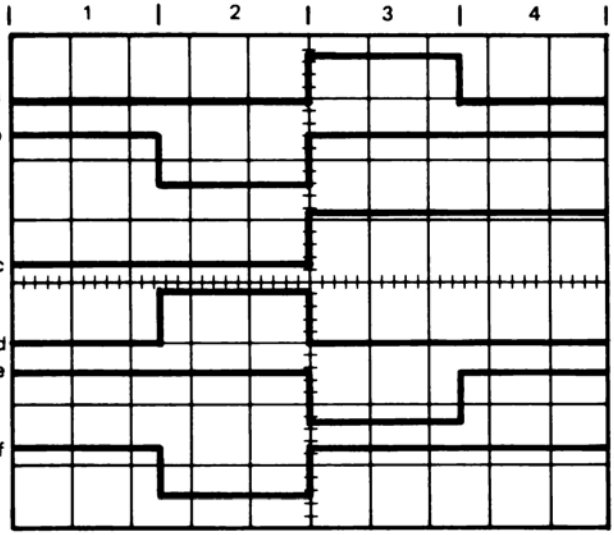
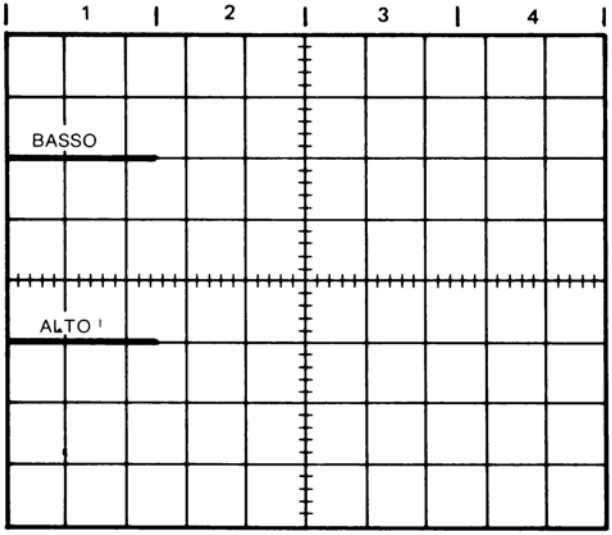



DIAGRAMMA 2



6. Si esaminino i segnali di ingresso del diagramma logico illustrato nel Grafico 1. Si completino nel Grafico 2 le tracce dei segnali di uscita illustrati.

7. Si esamini il diagramma logico del Problema 6 e si completi la seguente equazione logica relativa al *flip-flop*. Si osservi come vi sia un'equazione anche per il termine *complementare*.

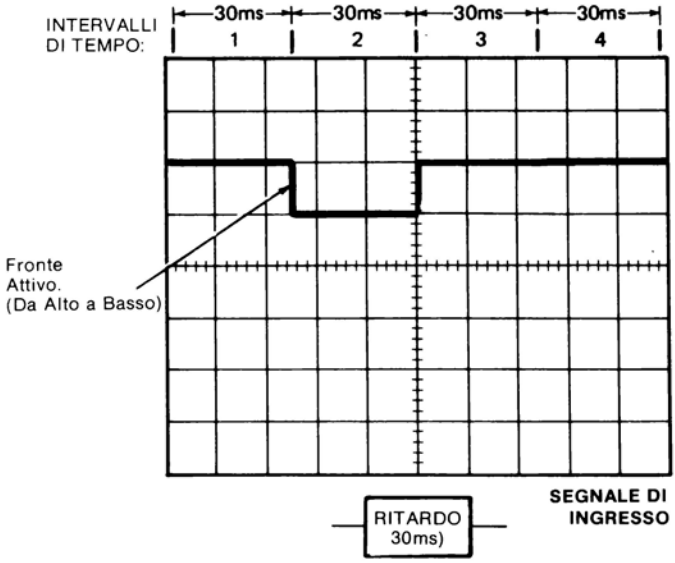
   J = __ __ + __ __

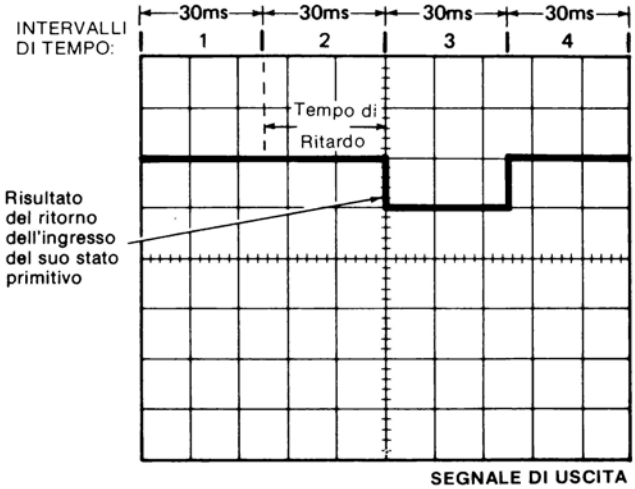
   K = __ __

   Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

## Il circuito di ritardo (Delay)

Un delay è costituito da un circuito che riceve un'impulso al suo ingresso e lascia trascorrere un determinato intervallo di tempo prima di generare in uscita un segnale risultante.






La durata del ritardo è specificata sul simbolo logico e sul diagramma logico.

## ESERCIZIO N. 9

1. Si esamini il segnale di ingresso riportato nel Grafico 1 e quindi si tracci sul Grafico 2 il segnale di uscita risultante. Si faccia l'ipotesi che il *ritardo* sia attivato dalla transizione del segnale da *basso* a *alto*.

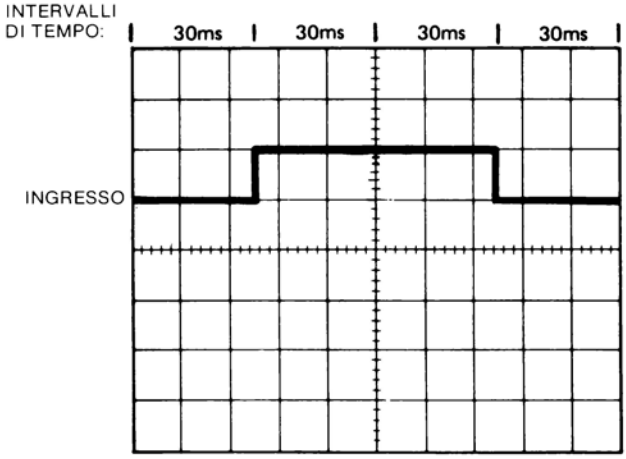



DIAGRAMMA 1

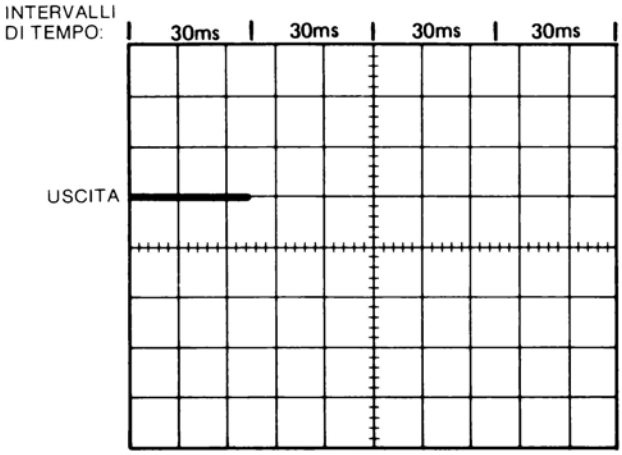
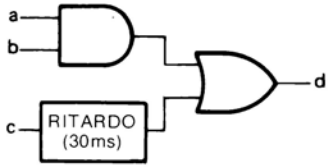


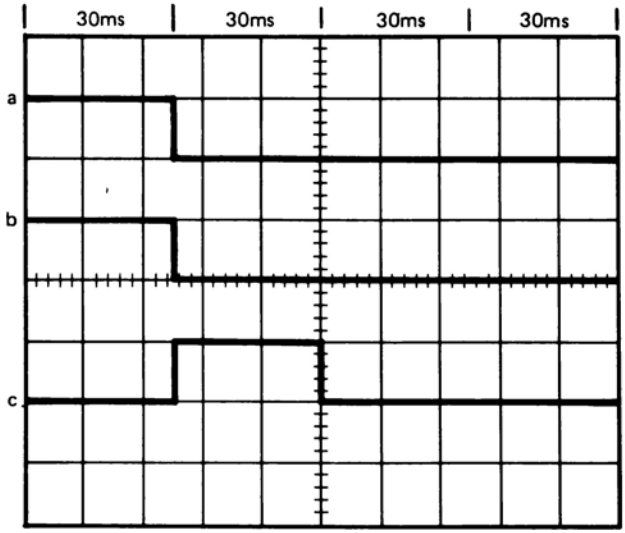

DIAGRAMMA 2

2. Si esaminino i segnali di ingresso riportati nel Grafico 1 e quindi si tracci il segnale di uscita risultante in corrispondenza del punto *d*. Ci si serva dell'apposito spazio a disposizione nel Grafico 2.



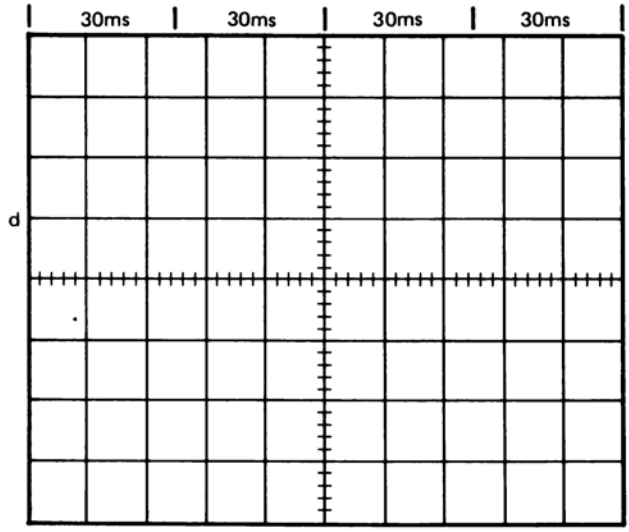

INTERVALLI DI TEMPO:

**DIAGRAMMA 1**




INTERVALLI DI TEMPO:

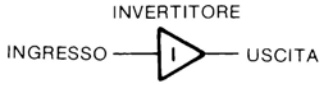
**DIAGRAMMA 2**

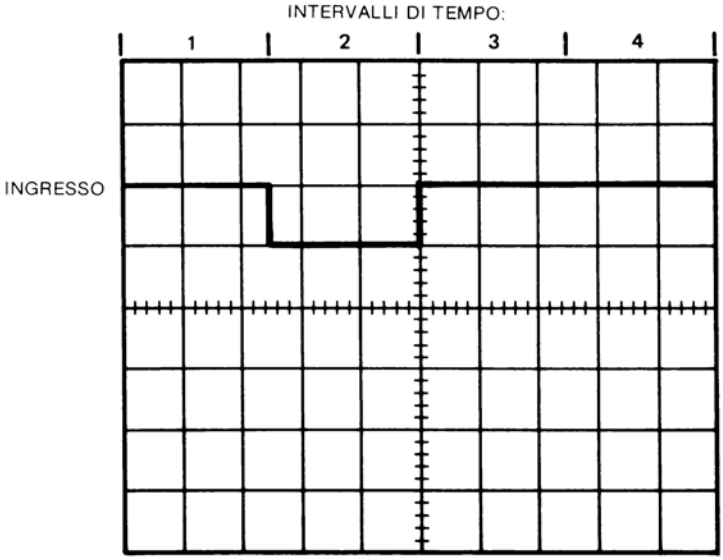


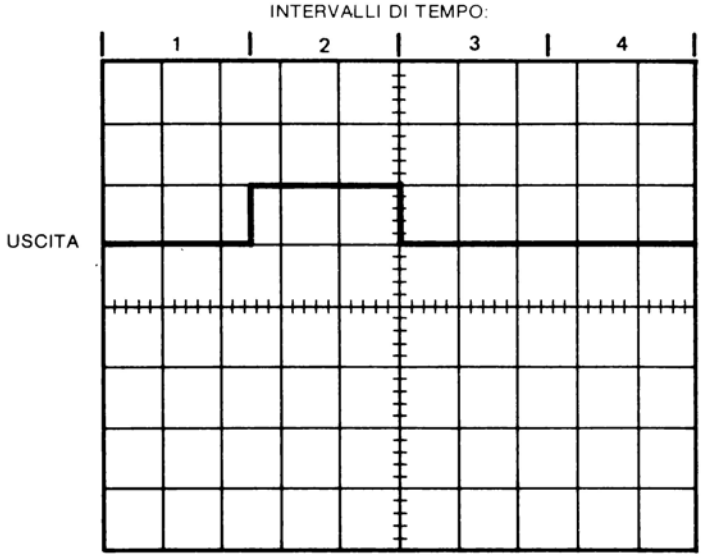
Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

## Il circuito invertitore

L'*invertitore* è costituito da un elemento logico che si impiega normalmente per avere una nuova sorgente di potenza perché il segnale possa transitare attraverso la rete logica. La sua uscita è esattamente l'opposto dell'ingresso. Per tale ragione l'invertitore è di norma impiegato sia per ottenere un segnale opposto per finalità di logica che per ripristinare un livello di potenza.

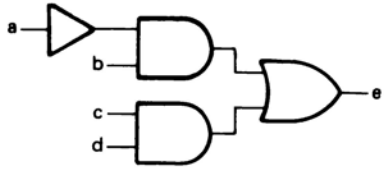





## ESERCIZIO N. 10

Si esaminino il diagramma logico e i segnali logici di ingresso riportati nel Grafico 1. Si tracci nell'apposito spazio nel grafico 2 il segnale di uscita risultante in corrispondenza del punto *e*.



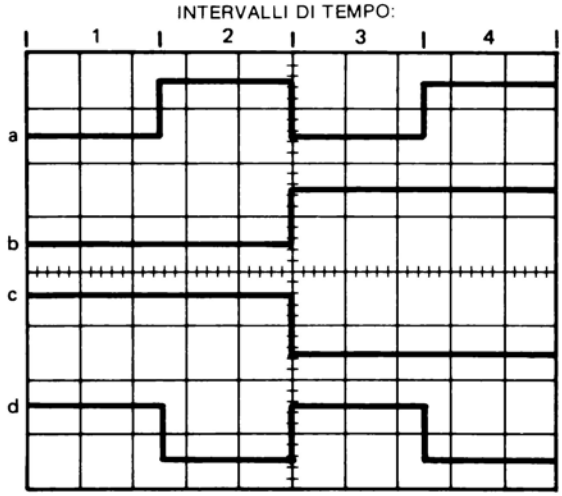




**DIAGRAMMA 1**

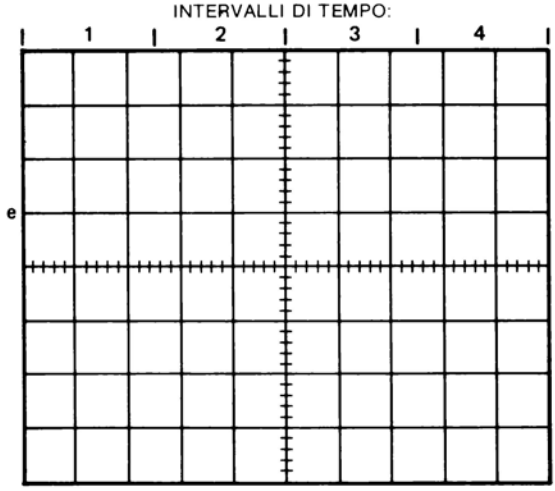



**DIAGRAMMA 2**

Si confronti la propria risposta con quella riportata nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

## TEST DI RIEPILOGO DEL CAPITOLO 2

Si completi il test che segue. Alla fine si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nelle Pagine delle Risposte dei Test di Riepilogo dei Capitoli in fondo a questo manuale. Nel caso che qualcuna delle risposte non sia corretta, si consiglia di rivedere questo capitolo prima di iniziare il successivo.

Il Grafico 1 riporta gli ingressi per ciascuno dei circuiti delle seguenti domande. Si traccino i segnali di uscita risultanti negli appositi spazi sul Grafico 2.

1. DIAGRAMMA 1

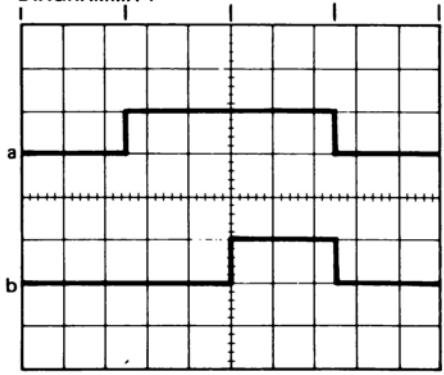
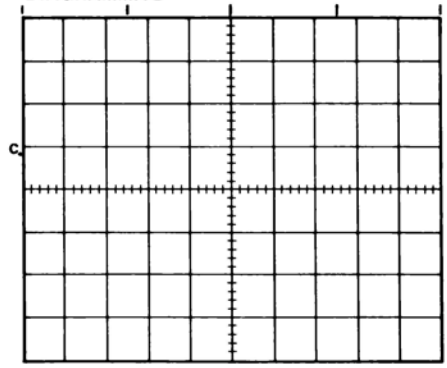
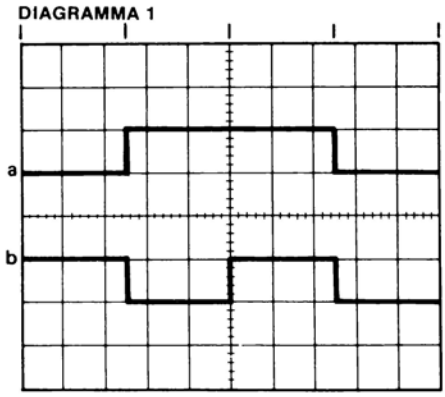
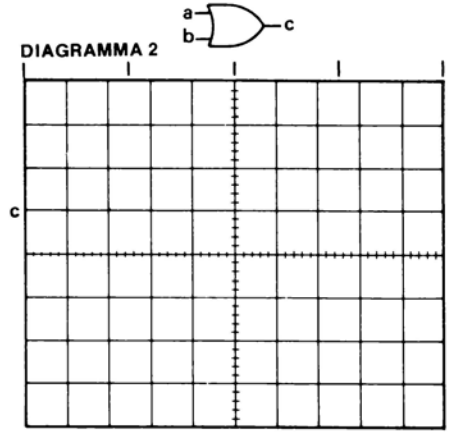


DIAGRAMMA 2



2.




3.

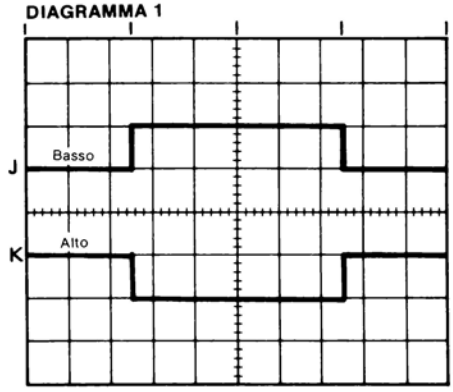
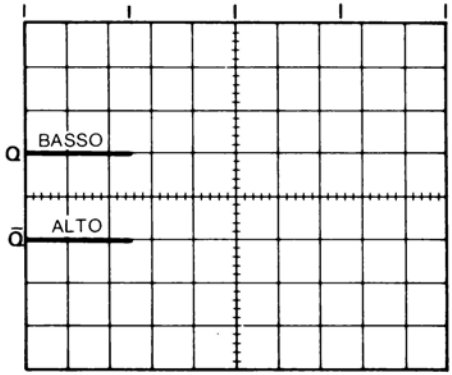


DIAGRAMMA 2

(LO STATO ATTIVO È QUELLO BASSO)




4.

DIAGRAMMA 1

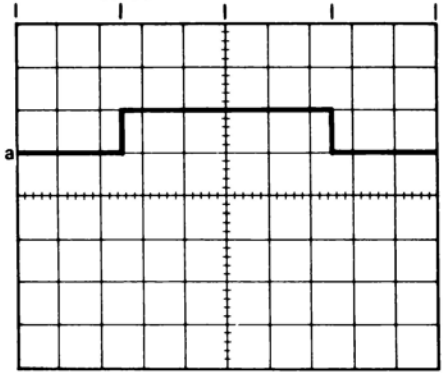
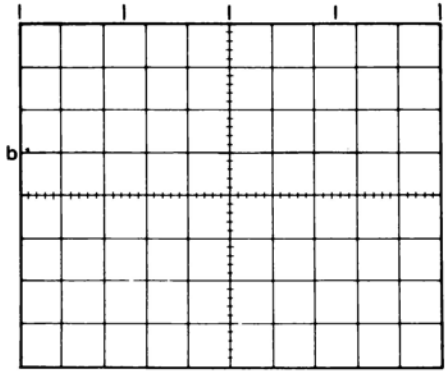
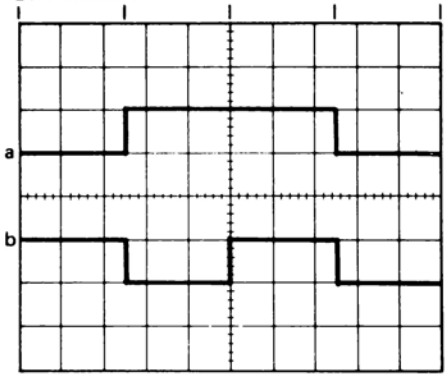


DIAGRAMMA 2



5.

DIAGRAMMA 1



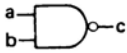
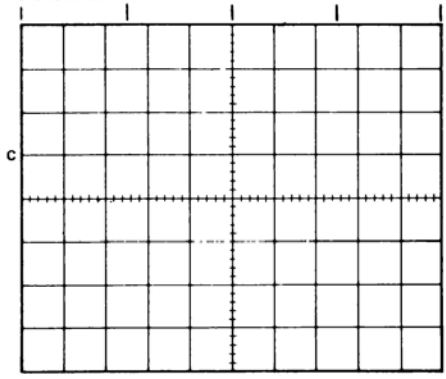
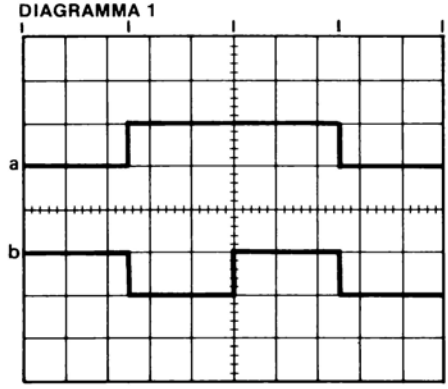



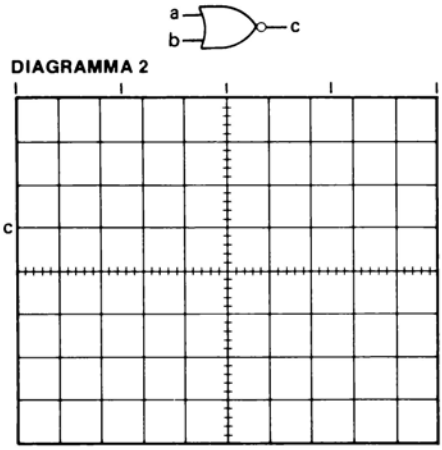

DIAGRAMMA 2



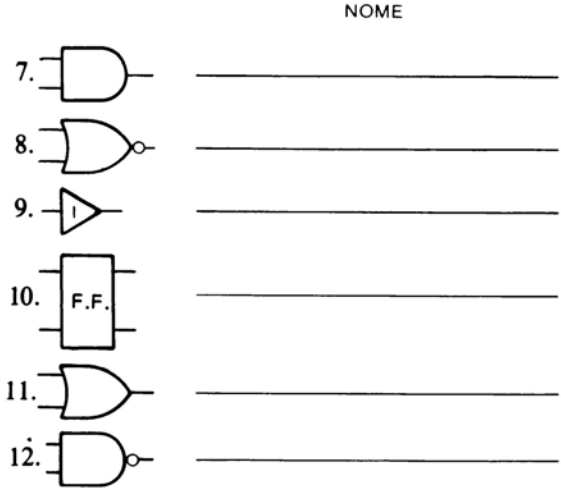

6.

DIAGRAMMA 1



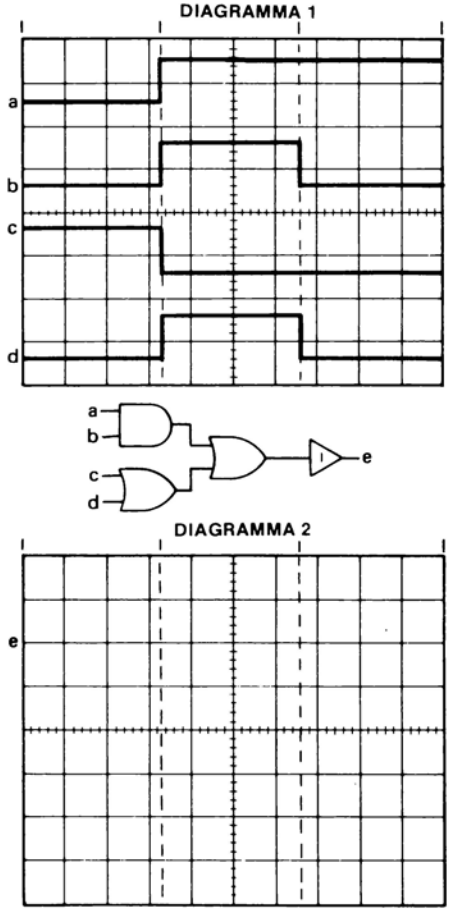



Si scriva negli appositi spazi il nome del circuito rappresentato da ciascuno dei seguenti simboli logici.




Nel Grafico 1 sono riportati i segnali applicati al seguente diagramma logico. Si tracci nell'apposito spazio sul Grafico 2 il segnale di uscita risultante.

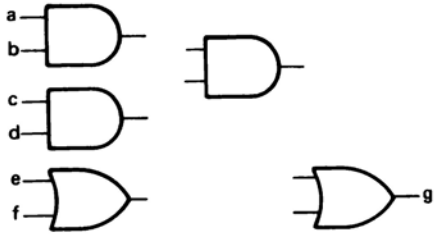
13.




Si realizzi un diagramma logico corrispondente alla seguente equazione logica tracciando delle linee di collegamento tra i vari simboli logici.

14.

g = a b c d + e + f



Si riconoscano le affermazioni vere e quelle false tra le seguenti, contrassegnandole con una V e una F negli appositi spazi.

Uno dei vantaggi che presenta l'integrazione LSI nella realizzazione di apparecchiature EDP è che:

15. ___ Il costo dei circuiti LSI è minore.

16. ___ L'integrazione LSI è più grande, per cui è possibile dissipare una maggiore quantità di calore.

17. ___ L'integrazione LSI è più compatta.

18. ___ L'integrazione LSI dà luogo a un minore assorbimento di potenza.

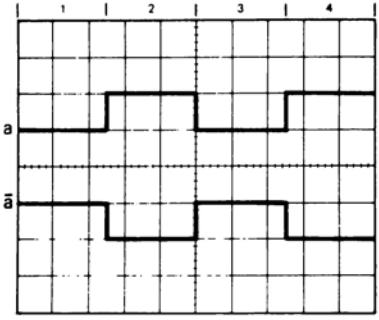
## PAGINA DELLE RISPOSTE

### ESERCIZIO N. 1

1. $j = h\ i$  2. $d = b\ c$

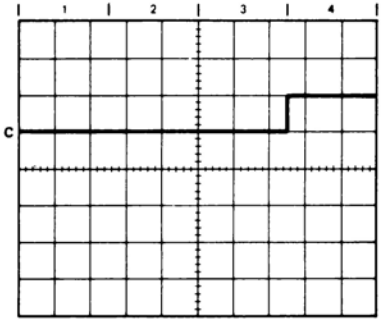
### ESERCIZIO N. 2

1.




### ESERCIZIO N. 3

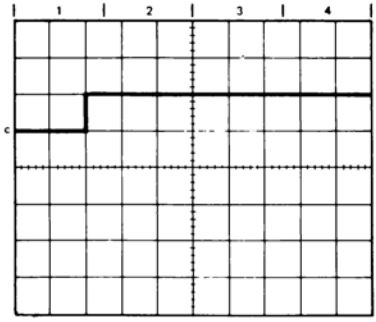
1.



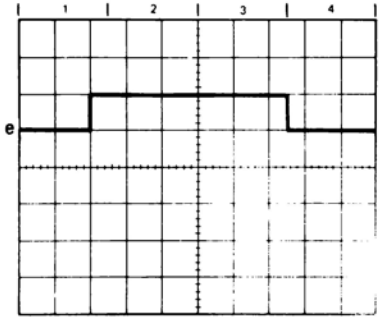

2. d = a b c  d = 1 2 3
   Sr = Li Dr Bn

### ESERCIZIO N. 4

1.




2.




3. e = a b + c d

### ESERCIZIO N. 5

1. a = L  d = H
   b = H  e = H
   c = H

### ESERCIZIO N. 6

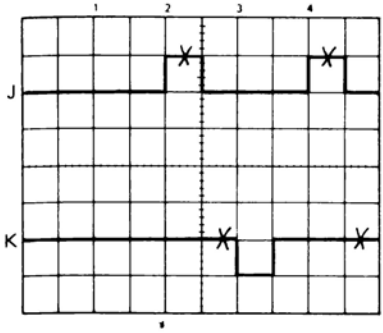
1. a = H

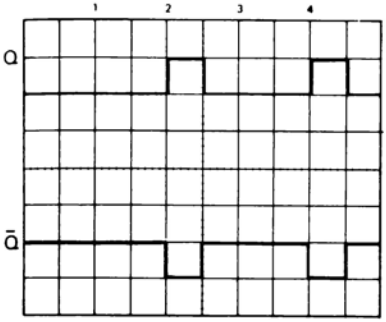
### ESERCIZIO N. 7

1. a = H
   b = H
   c = L
   d = L

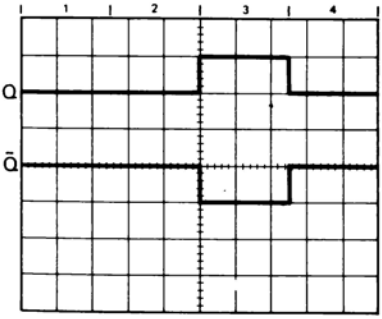
## ESERCIZIO N. 8

1. Vero
2. Vero
3. Falso
4. Falso
5.



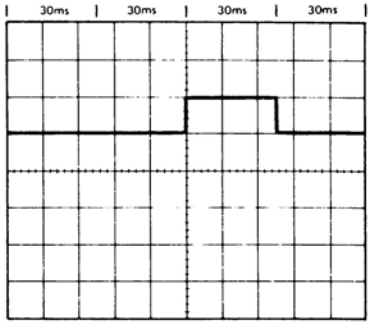

6.



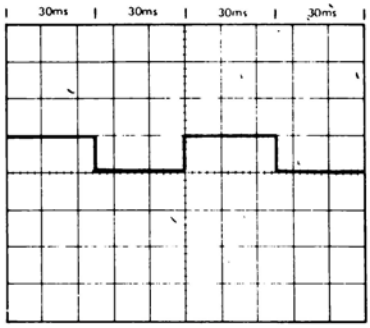

7. $J = a\,b + c\,d$
   $K = e\,f$

## ESERCIZIO N. 9

1.

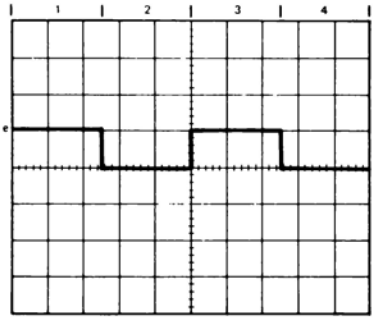



2.




## ESERCIZIO N. 10

1.



CAPITOLO 3

# Sistemi di Numerazione e Codifica dei Dati

## INTRODUZIONE

Secondo una prima classificazione. i dati elaborati dalle apparecchiature EDP si dividono in due raggruppamenti: Numerici, consistenti in cifre numeriche, e Alfa, consistenti in lettere e simboli vari.

Per ridurre l'estensione dei circuiti e il numero dei componenti elettrici neccessari all'elaborazione elettronica di dati numerici, la logica utilizzata si basa solitamente su sistemi di numerazione diversi da quello decimale. Lo scopo di questo capitolo è fornire una conoscenza base delle regole su cui si fondano i sistemi di numerazione nonchè di presentare i sistemi di numerazione di uso più frequente con le apparecchiature EDP.

Nel corso di questo capitolo si verrà a conoscenza del codice standard utilizzato dalla maggior parte delle apparecchiature per rappresentare la porzione alfa dei dati da elaborare. (Pèr Alfa si intende alfabetico, n.d.t.).

Una volta in possesso di queste informazioni, il lettore sarà meglio preparato per affrontare un addestramento in profondità su qualsiasi apparecchiatura EDP.

## OBIETTIVI

Al termine di questo capitolo, il lettore dovrebbe essere in grado di:

- Convertite dei valori numerici assegnati secondo un sistema di numerazione in valori equivalenti secondo un qualsiasi altro sistema di numerazione scelto tra quelli che seguono:

  Decimale

  Esadecimale

  Binario

  Decimale Codificato in Binario

  Ottale

- Classificare i dati come alfa e numerici

- Utilizzare una mappa per la codifica e interpretare tutte le combinazioni del codice ASCII a sette bit

## SISTEMI DI NUMERAZIONE

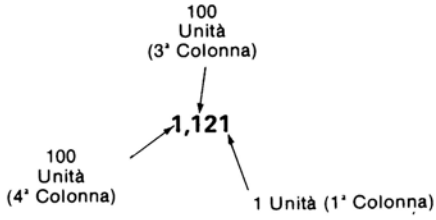
### Regole generali dei sistemi di numerazione

Il sistema di numerazione comunemente usato, quello decimale che conta in base 10, per quanto sia il più diffuso, non è l'unico esistente. Un sistema per contare può, in realtà, essere realizzato con qualsiasi base secondo le regole fondamentali esposte in questa sezione.

### Valore associato alle colonne

In tutti i sistemi di numerazione, per la definizione dei valori si impiegano delle colonne. Un carattere come "1", ad esempio, può essere utilizzato per rappresentare differenti valori a seconda della posizione della colonna in cui esso si trova in un certo numero. La figura seguente illustra come questo principio sia applicato al sistema decimale.

Per determinare il valore da assicurare a ciascuna colonna, quella di destra rappresenta il valore meno significativo, a quella successiva compete un valore maggiore e così di seguito procedendo verso sinistra.




**Valori delle Colonne (Sistema Decimale)**

In tutti i sistemi di numerazione, la colonna di destra - quella relativa al valore meno significativo - serve a contare le unità. Per rappresentare il numero delle unità nella colonna ci si vale di un certo numero di caratteri distinti: nel sistema decimale, per esempio, si fa uso dei caratteri 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

Il numero di tali caratteri è pari al numero di conteggi distinti che si possono effettuare in ciascuna colonna. Ciascuno dei caratteri (da 0 a 9) rappresenta uno dei dieci conteggi che è possibile effettuare in ciascuna colonna del sistema decimale. Tale numero dei conteggi distinti che si possono effettuare in ciascuna colonna è detto *base* del sistema. La base del sistema decimale, dunque, è 10.

Un sistema di numerazione avente base cinque utilizzerebbe solamente cinque caratteri distinti, per esempio, 0, 1, 2, 3 e 4. Se il numero delle unità supera quello rappresentabile con questi caratteri in una determinata colonna, si passa alla colonna di ordine immediatamente superiore con il carattere appropriato scelto tra questi cinque.

| I Caratteri da 0 a 9 rappresentano il conto per ciascuna colonna (Sistema Decimale) (Sistema in Base 10) | | | | I caratteri da 0 a 4 rappresantono il conto per ciascuna colonna (Sistema in Base 5) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 |
| | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| | 2 | 2 | 2 | | 2 | 2 | 2 |
| | 3 | 3 | 3 | | 3 | 3 | 3 |
| | 4 | 4 | 4 | | 4 | 4 | 4 |
| | 5 | 5 | 5 | | | | |
| | 6 | 6 | 6 | | | | |
| | 7 | 7 | 7 | | | | |
| | 8 | 8 | 8 | | | | |
| | 9 | 9 | 9 | | | | |

Per comprendere i numeri della base di un sistema sarà utile l'esercizio che segue.

## ESERCIZIO N. 1

In un certo sistema di numerazione, nella colonna delle unità è rappresentato un conteggio dei soli - 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 -. Qual'è la base del sistema? Risposta: _____

Quanti sono i valori diversi rappresentabili nella colonna delle unità in un sistema di numerazione avente *base* 2 ? Risposta: _____

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine di questo capitolo.

Quando il numero delle unità che deve essere rappresentato eguaglia o supera la base, il numero non è più rappresentabile con la sola colonna delle unità, e si deve utilizzare anche la colonna immediatamente più significativa. Per rappresentare, ad esempio, un 10 decimale, l'"1" è annotato nella colonna appena a sinistra di quella delle unità, per significare che la colonna delle unità è stata "contata completamente" una volta. È questo un'altro principio alla base dei sistemi di numerazione; ogni volta che una colonna è stata "contata completamente", si trasmette un riporto alla fila successiva. In realtà ciascuna colonna situata a sinistra di un'altra rappresenta il numero di volte che quest'ultima è stata contata completamente. Una formula per determinare il valore che compete a ciascuna colonna può essere fissata in questo modo:

Base X valore della colonna di destra.

A ciascuna colonna compete un valore ben definito in quel particolare sistema; tale valore può essere determinato moltiplicando il peso della base del sistema per il valore della colonna alla destra di quella che si sta considerando. Un esame delle tavole seguenti, che si riferiscono a due diversi sistemi di numerazione, può fare meglio comprendere questo criterio.

NOTA: la colonna delle unità è utilizzata per tenere conto del numero di unità sino al valore della base, escluso. La colonna delle unità ha perciò peso 1, intendendo con questo che ciascun carattere (0-9 in senso decimale) rappresenta il numero di unità "1".

## Conversione

Nel contare secondo un sistema diverso dal familiare sistema decimale, bisogna tenere presente che il valore che compete a ciascuna colonna non è lo stesso del sistema decimale, ossia che i caratteri di questi sistemi rappresentano valori diversi da quelli che loro competono se utilizzati in senso decimale. Per esempio, in senso decimale, le cifre "1035"significano:

- 5 unità
- 3 "unità dieci" ovvero trenta
- 0 "unità cento" ovvero zero
- 1 "unità mille" ovvero mille

Per ottenere il totale di questo numero i valori delle colonne devono essere sommati nel modo seguente:

| | |
|---|---|
| 5 | unità |
| 30 | unità (3 decine) |
| 000 | centinaia |
| 1000 | migliaia |
| 1035 | |

**Sistema di Numerazione in Base 10 (Caratteri: 0-1-2-3-4-5-6-7-8-9)**

| 1<br>MIGLIAIA | 2<br>CENTINAIA | 3<br>DECINE | 5<br>UNITA' |
|---|---|---|---|

1000 UNITA'
+ 200 UNITA'
+ 30 UNITA'
+ 5 UNITA'
1235 UNITA'

| Valore della Colonna = 1000 | Valore della Colonna = 100 | Valore della Colonna = 10 | Valore della Colonna = 1 |
|---|---|---|---|
| Base X Valore della Colonna di destra (Base X 100 = 1000) | Base X Valore della Colonna di destra (Base X 10 = 100) | Base X Valore della Colonna di destra (Base X 1 = 10) | Unità |
| I Caratteri di questa colonna rappresentano il numero di "UNITA' MIGLIAIA" | I Caratteri di questa colonna rappresentano il numero di "UNITA' CENTINAIA" | I Caratteri di questa colonna rappresentano il numero di "UNITA' DECINE" | I Caratteri di questa colonna rappresentano il numero di "UNI" (UNITA') |

**Sistema di Numerazione in Base 2 (Caratteri: 0-1)**

| 1<br>OTTO | 1<br>QUATTRO | 0<br>DUE | 1<br>UNO |
|---|---|---|---|

DEFINITO
IN
DECIMALI
1 = +1
0 = +0
1 = +4
1 = +8
13

| Valore della Colonna = 8 | Valore della Colonna = 4 | Valore della Colonna = 2 | Valore della Colonna = 1 |
|---|---|---|---|
| Base X Valore della Colonna di destra (Base X 4 = 8) | Base X Valore della Colonna di destra (Base X 2 = 4) | Base X Valore della Colonna di destra (Base X 1 = 2) | Unità |
| I Caratteri di questa colonna rappresentano il numero di "UNITA' OTTO" | I Caratteri di questa colonna rappresentano il numero di "UNITA' QUATTRO" | I Caratteri di questa colonna rappresentano il numero di "UNITA' DUE" | I Caratteri di questa colonna rappresentano il numero di "UNI" (UNITA') |

Tuttavia, se si utilizza un sistema con una *base* diversa, la stessa cifra 1035 - rappresenta una quantità diversa. In un sistema a base 8, 1035 starebbe a rappresentare:

5 unità

3 unità da otto

0 unità da sessantaquattro

1 unità da cinquecentododici

Per ottenere l'equivalente valore decimale di questa entità, si sommano secondo le regole decimali le quantità rappresentate, per cui:

| BASE 8 | INTERPRETAZIONE | CONVERSIONE NEL VALORE DECIMALE |
|---|---|---|
| 5 | unità | = 5 |
| 3 | unità da otto | = 24 |
| 0 | unità da sessantaquattro | = 00 |
| 1 | unità da cinquecentododici | = 512 |
| | | 541 unità |

## ESERCIZIO N. 2

1. Sia 8 la base di un certo sistema di numerazione. Si dica il valore decimale della seguente cifra

1027 =

Suggerimento:

| Valori della Colonna | | | |
|---|---|---|---|
| 512 | 64 | 8 | Unità |
| 1 | 0 | 2 | 7 |
| | | | |

2. Sia 16 la base di un certo sistema di numerazione. Si dica il valore decimale del numero.

1321 =

Suggerimento:

| Valori della Colonna | | | |
|---|---|---|---|
| 4.096 | 256 | 16 | Unità |
| 1 | 3 | 2 | 1 |
| | | | |

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

## Sommario

In sintesi, l'unica differenza tra i numerosi sistemi di numerazione esistenti consiste nel peso della *base* prestabilita, in quanto a tutti i sistemi di numerazione sono applicabili le seguenti regole:

- Base
  Il sistema centrato sul peso della base.

- Caratteri Discreti
  Il numero dei caratteri discreti di un sistema di numerazione è pari al peso della base di quel sistema. Il sistema Ottale, per esempio, ha per base otto e utilizza i caratteri: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

- Valori delle Colonne
  Il numero delle unità rappresentate da un carattere è determinato dalla colonna nella quale il carattere si trova. Procedendo da destra verso sinistra, a ciascuna colonna è associato un valore più alto di quella precedente. La colonna delle unità rappresenta sempre un

valore unitario. Il valore delle restanti colonne è determinato dal prodotto del peso della base della colonna immediatamente a destra.

- Riporto
  Se il conteggio è abbastanza grande da portare all'ultimo dei caratteri discreti di una certa colonna, si somma un riporto alla colonna di ordine immediatamente superiore (la colonna di sinistra). La colonna che ha dato origine al riporto è posta a zero.

- Conversione
  Rappresentativo di una certa quantità di un certo sistema di numerazione, per essere espresso in termini di un qualsiasi altro sistema, deve essere sottoposto a conversione.

## SISTEMA BINARIO (BASE 2)

Il sistema di numerazione binario ha una base 2. Per cui due soltanto (0 e 1) sono i caratteri utilizzati. Quando una colonna che contiene un 1 riceve un altro conteggio, si dà origine a un riporto verso la colonna di ordine immediatamente superiore e la colonna che ha dato origine al riporto è posta a zero, in accordo con le regole già trattate.

**SISTEMA DI CONTEGGIO BINARIO**

| Base = 2 | | | |
|---|---|---|---|
| Valore della Colonna 8 Unità | Valore della Colonna 4 Unità | Valore della Colonna 2 Unità | Valore della Colonna 1 Unità |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| o | o | o | o |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

## ESERCIZIO N. 3

Per ciascuno dei seguenti numeri scritti in binario, si scriva negli appositi spazi l'equivalente valore decimale.

1. 1101 = _____

2. 1001 = _____

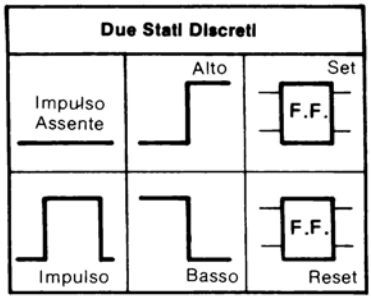
3. 0010 = _____

4. 1111 = _____

5. 0011 = _____

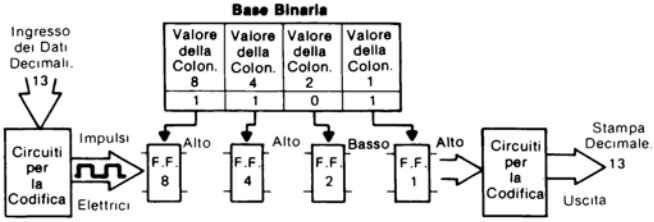
Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte in fondo al capitolo.

Impiegando per il conteggio due soli caratteri discreti (0 e 1), il sistema binario costituisce un sistema molto valido per applicazioni EDP. Questo è diretta conseguenza del fatto che i circuiti elettronici sono binari per loro natura: conducono e non conducono, i segnali da essi generati hanno due soli possibili valori. Ciascuno di tali stati è utilizzato per rappresentare uno dei caratteri discreti nel sistema binario.




La seguente illustrazione chiarisce il concetto di utilizzo dei circuiti a flip-flop per la rappresentazione dei dati. Si osservi come ciascun flip-flop equivalga ad una colonna di un sistema di conteggio binario. I due carat-

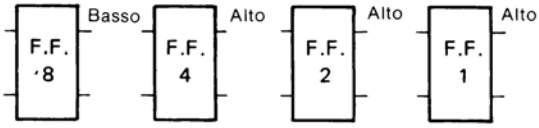
teri discreti del sistema sono rappresentati dalla parte *set* dei flip-flop. Nell'esempio, se la parte *set* è *alta*, alla colonna è associato un *1*; se essa è *bassa*, alla colonna è associato uno *0*.




## ESERCIZIO N. 4

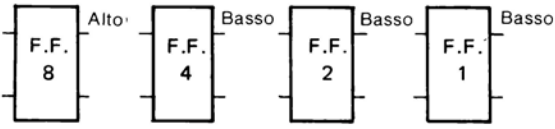
Si esamini l'illustrazione precedente relativa alla rappresentazione dati binari mediante quattro flip-flop. Nell'ipotesi che quei flip-flop si trovino negli stati seguenti, si dica quale quantità decimale dovrebbe essere stampata come risultato di ciascuno.

1.



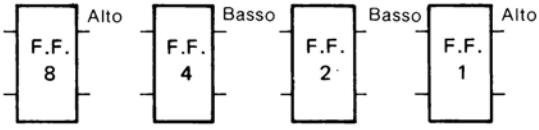

Stampa:_____

2.




Stampa:_____

3.




Stampa:_____

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine di questo capitolo.

È ora possibile intravedere su cosa si fondi l'utilizzo dei circuiti elettronici per la rappresentazione dei dati. Nella parte che segue si mostrano le modalità relative alle addizioni e sottrazioni in binario.

## ADDIZIONE E SOTTRAZIONE DI NUMERI BINARI

### Addizione di numeri binari

L'addizione dei numeri binari si effettua in modo molto simile a quello impiegato per la somma dei numeri decimali. Come, nel sistema decimale, si "riporta uno" dalla colonna delle unità a quella delle decine tutte le volte che la somma delle unità giunge a 10. Così, nel sistema binario, il riporto della colonna delle unità a quella dei due ha luogo tutte le volte che la somma supera 1. Esempio:

$$\text{(a)}\quad \begin{array}{r} 1 \\ \underline{+10} \\ 11 \end{array} \qquad \text{(b)}\quad \begin{array}{r} 1 \\ \underline{+1} \\ 10 \end{array} \qquad \text{(c)}\quad \begin{array}{r} 101 \\ \underline{+101} \\ 1010 \end{array}$$

$$\text{(d)}\quad \begin{array}{r} 111 \\ \underline{+\ 1} \\ 1000 \end{array} \qquad \text{(e)}\quad \begin{array}{r} 111 \\ \underline{+11} \\ 1010 \end{array}$$

Essendo da lungo tempo abituati all'operazione di somma sui numeri decimali, pochi incontrerebbero delle difficoltà nel sommare una fila di numeri decimali come:

$$\begin{array}{r} 2 \\ 6 \\ 7 \\ 3 \\ \underline{11} \end{array}$$

Il trattamento dei riporti non presenta particolari difficoltà proprio grazie all'esperienza già acquisita. L'addi-

zione degli equivalenti binari di questi stessi numeri può, invece, presentare qualche difficoltà in quanto tenere il conto dei riporti è, in questo caso, più complicato. - si provi:

```
  10
 110
 111
  11
1011
```

Come si può notare sarebbe molto più semplice addizionare i primi due numeri, addizionare il terzo a questo primo risultato, addizionare il quarto al nuovo risultato e così via.

```
                 10
                110
(somma)        1000
                111
(somma)        1111
                 11
(somma)       10010
               1011
(TOTALE)      11101
```

Quindi, se risulta più semplice addizionare i numeri uno per volta - si proceda pure in questo modo. Un calcolatore elettronico non farebbe diversamente.

Man mano che si acquista confidenza con i numeri binari, si è in grado di manipolare delle combinazioni più estese di numeri. Per ora, tuttavia, sarà bene tenere presente le regole fondamentali per l'addizione binaria nella forma:

0 più 0 uguale a 0 senza riporto
0 più 1 uguale a 1 senza riporto
1 più 0 uguale a 1 senza riporto
1 più 1 uguale a 0 con riporto di 1

## ESERCIZIO N. 5

1. Trasformare i seguenti problemi binari in valori decimali:

a. $\begin{array}{r} 1 \\ +10 \\ \hline 11 \end{array}$ b. $\begin{array}{r} 1 \\ +1 \\ \hline 10 \end{array}$ c. $\begin{array}{r} 101 \\ +101 \\ \hline 1010 \end{array}$

d. $\begin{array}{r} 111 \\ +\ 1 \\ \hline 1000 \end{array}$ e. $\begin{array}{r} 111 \\ +11 \\ \hline 1010 \end{array}$

2. Eseguire le somme dei seguenti problemi binari:

a. $\begin{array}{r} 110 \\ +100 \\ \hline \end{array}$ b. $\begin{array}{r} 111 \\ +111 \\ \hline \end{array}$ c. $\begin{array}{r} 101 \\ +11 \\ \hline \end{array}$

d. $\begin{array}{r} 110 \\ +101 \\ \hline \end{array}$

Si confrontino le proprie soluzioni con quelle riportate nelle pagine delle risposte al termine di questo capitolo.

### Sottrazione di numeri binari

La sottrazione dei numeri binari può essere effettuata esattamente come per i numeri decimali:

(a) $\begin{array}{r} 11 \\ -\ 1 \\ \hline 10 \end{array}$ (b) $\begin{array}{r} 10 \\ -\ 1 \\ \hline 1 \end{array}$ (c) $\begin{array}{r} 10001 \\ -\ 11 \\ \hline 1110 \end{array}$

Si osservi il principio di prendere in prestito (uno) quando si sottrae 1 da 0. È bene ricordare che, quando si sottrae uno da zero il risultato è 1 e si prende a prestito 1 dalla prima cifra di sinistra del minuendo, portando a zero tale cifra del minuendo.

Quindi, le regole per la sottrazione binaria sono:

0 meno 0 uguale a 0 senza prestito
1 meno 1 uguale a 0 senza prestito
1 meno 0 uguale a 1 senza prestito
0 meno 1 uguale a 1 con prestito di 1

Un'altro metodo per affettuare la sottrazione, che può essere utilizzato nel sistema binario, è quello di somma con il complemento. Si suppone che il lettore già conosca i principi della complementazione utilizzati con i numeri decimali nelle calcolatrici meccaniche e che già sappia che è possibile sottrarre 0,18 da un totale di 0,39 già nel contatore della calcolatrice sommando il complemento a dieci di 0,18 al 0,39.

Il complemento a dieci di 0,18, se si ha a che fare con una macchina a otto colonne, può essere calcolato sottraendo 18 da un 1 nella colonna appena al di là dell'ultima colonna di sinistra della macchina, ovvero da un 1 nell'immaginaria 9ª fila.

| | |
|---|---|
| 1 | 000.000,00 |
| | — 0,18 |
| | 999.999,82 |

999.999,82 è il complemento a dieci di 0,18. Sommato a 0,39 dà come risultato 0,21, la differenza, appunto,tra 0,39 e 0,18.

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 0,39 | | 0,39 |
| | —0,18 | | +999.999,82 |
| | 0,21 | 1 | 000.000,21 |

L'ultimo 1 di sinistra del risultato non è stampato in quanto il riporto supera la capacità della macchina (over flow = superamento della capacità).

Il metodo del complemento può essere applicato anche alla sottrazione nel sistema binario. Il complemento binario a due può essere considerato come la differenza tra un numero e un 1 appena oltre la capacità del registro - per cui il complemento di 18 binario in una fila di un registro a otto bit sarebbe

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 00000000 | |
| | 10010 | 18 binario |
| | 11101110 | Complemento a due di 18 |

Sommando questo complemento al numero binario 39, si otterrebbe lo stesso risultato che con la sottrazione di 18 da 39:

| | | |
|---|---|---|
| | 100111 | 39 binario |
| | +11101110 | Complemento a due di 18 |
| 1 | 11101110 | 21 binario |

Anche in questo caso il riporto eccede dalla capacità di registro. Nell'esempio di cui sopra il complemento è stato calcolato sulla base di un registro, o contatore, di otto colonne. Se il contatore, o il registro, fosse composto di sole 4 colonne il complemento sarebbe stato calcolato come differenza tra il numero da sottrarre e un 1 nella 5ª colonna immaginaria. Quindi il complemento di 1 binario sarebbe calcolato:

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 0000 | 1 in 5ª colonna |
| | — 1 | meno 1 binario |
| | 1111 | Complemento di 1 |

e il complemento di 7 binario sarebbe:

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 0000 | 1 in 5ª colonna |
| | — 111 | meno 7 binario |
| | 1111 | Complemento di 7 |

Il complemento di 10 binario sarebbe:

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 0000 | 1 in 5ª colonna |
| | —1010 | meno 10 binario |
| | 0110 | Complemento di 10 |

## ESERCIZIO N. 6

Eseguire i seguenti problemi di sottrazione binaria:

1. a. 1011 0000
— 1

b. 0001 0000
—1010

c. 0010 0000
—111

Si confrontino le proprie soluzioni con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

Nei sistemi binari sono possibili anche moltiplicazioni e divisioni, ma, poiché i calcolatori li eseguono con addizioni e sottrazioni ripetute, non saranno trattate in questa sede.

## SISTEMA DECIMALE CODIFICATO IN BINARIO (BINARY CODED DECIMAL SYSTEM = BCD)

Come dice il suo nome, il sistema di numerazione decimale codificato in binario (BCD) consiste nel sistema decimale con codifica binaria. In tale sistema ciascun carattere decimale discreto ha una sua rappresentazione in forma binaria. Ciascuna colonna decimale è rappresentata da quattro colonne binarie. Per osservare questa disposizione, si esamini la figura che segue.

**Sistema Decimale**

| Val. della Colonna 1000 | Val. della Colonna 100 | Val. della Colonna 10 | Val. della Colonna 1 |
|---|---|---|---|
| | | | |

**Valori delle Colonne per i Decimali in Codice Binario**

| 8 | 4 | 2 | 1 | 8 | 4 | 2 | 1 | 8 | 4 | 2 | 1 | 8 | 4 | 2 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

**Codice BCD per Caratteri Decimali**

| Caratteri Decimali | Codici Binari |
|---|---|
| 0 | 0000 |
| 1 | 0001 |
| 2 | 0010 |
| 3 | 0011 |
| 4 | 0100 |
| 5 | 0101 |
| 6 | 0110 |
| 7 | 0111 |
| 8 | 1000 |
| 9 | 1001 |

Nella Tabella della figura si può notare come, per rappresentare un qualsiasi carattere decimale, servano quattro caratteri per le quattro colonne binarie.

NOTA: Come i caratteri decimali sono detti cifre (digit) così i caratteri binari sono detti BIT. la parola "bit" è una contrazione della parola Binary digit (cifra binaria).

Poichè in una colonna binaria può essere rappresentato un numero di unità minore di quello che può essere rappresentato in una colonna del sistema decimale, il numero delle colonne occorrenti alla rappresentazione di un dato numero di unità è maggiore. Infatti, come è possibile notare nella tabella della figura precedente, per rappresentare un numero di unità che può essere rappresentato in una colonna decimale sono neccessarie quattro colonne binarie. L'insieme dei bit in queste quattro colonne binarie è detto un decimale codificato in binario. La seguente figura illustra la disposizione in codice binario utilizzata per rappresentare le varie cifre del sistema decimale.

| **Valori delle Colonne Binarie** | | | | | | **Conversione Decimale** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8421 | | | | | | |
| 0000 = | Nessun | Uno, | Nessun | Due, | Nessun Quattro, | Nessun Otto = 0 |
| 0001 = | Un | Uno, | Nessun | Due, | Nessun Quattro, | Nessun Otto = 1 |
| 0010 = | Nessun | Uno, | Un | Due, | Nessun Quattro, | Nessun Otto = 2 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0011 | = | Un | Uno, | Nessun | Due, | Un | Quattro, | Nessun | Otto = 3 |
| 0100 | = | Nessun | Uno, | Nessun | Due, | Un | Quattro, | Nessun | Otto = 4 |
| 0101 | = | Un | Uno, | Nessun | Due, | Un | Quattro, | Nessun | Otto = 5 |
| 0110 | = | Nessun | Uno, | Un | Due, | Un | Quattro, | Nessun | Otto = 6 |
| 0111 | = | Un | Uno, | Un | Due, | Un | Quattro, | Nessun | Otto = 7 |
| 1000 | = | Nessun | Uno, | Nessun | Due, | Nessun | Quattro, | Un | Otto = 8 |
| 1001 | = | Un | Uno, | Nessun | Due, | Nessun | Quattro, | Un | Otto = 9 |

I codici sono disposti secondo colonne in accordo con le regole del sistema decimale. Per esempio un sei codificato, che rappresenti 6 unità, è posto nella colonna più a destra, mentre, se rappresenta 60, è posto nella colonna seguente verso sinistra, e così di seguito.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Decimale | 1 | 4 | 5 | 6 |
| BCD | 0001 | 0100 | 0101 | 0110 |

## ESERCIZIO N. 7

Si convertano i seguenti decimali in BCD:

1. 1280 = _____

2. 9833 = _____

Si convertano i seguenti BCD nei loro valori decimali:

3. 0100 0011 0010 = _____

4. 0011 0000 0011 = _____

Si confrontino le proprie soluzioni con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

Alcuni calcolatori hanno struttura tale da effettuare tutti i calcoli in binario puro, procedendo, all'atto della stampa dei risultati, alla loro conversione da binari a decimali.La struttura di altri comporta che il sistema binario sia utilizzato per addizionare separatamente quanto corrisponderebbe alle potenze di 10 nel sistema decimale, ossia unità, decine, centinaia, ecc.

La tabella che segue permette un riepilogo comparativo tra i numeri binari puri e i numeri in codice binario. Si osservi come vi sia coincidenza limitatamente alle sole prime 10 configurazioni. Nel codice dei numeri decimali codificati in binario le configurazioni in puro binario dei numeri da 10 a 15 sono proibite.

| Decimale | Binario | Decimale Codificato in Binario |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0000 |
| 1 | 1 | 0001 |
| 2 | 10 | 0010 |
| 3 | 11 | 0011 |
| 4 | 100 | 0100 |
| 5 | 101 | 0101 |
| 6 | 110 | 0110 |
| 7 | 111 | 0111 |
| 8 | 1000 | 1000 |
| 9 | 1001 | 1001 |
| 10 | 1010 | 0001 0000 |
| 11 | 1011 | 0001 0001 |
| 12 | 1100 | 0001 0010 |
| 13 | 1101 | 0001 0011 |
| 14 | 1110 | 0001 0100 |
| 15 | 1111 | 0001 0101 |
| 16 | 10000 | 0001 0110 |
| etc. | etc. | etc. etc. |

Il sistema decimale codificato è di impiego molto diffuso nei calcolatori NCR ed ha comunemente la denominazione di BCD. La conversione da decimale a BCD e viceversa è agevolata dal fatto di prendere in considerazione una sola cifra alla volta.

## Addizione decimale codificata in binario

Mentre l'addizione dei numeri binari puri è un procedimento matematico pienamente valido, l'addizione BCD vuole che si ricorra a un artificio, dato che artificiale è il BCD stesso come sistema di numerazione. Di questo ci si renderà meglio conto nel seguito.

Si prenda il numero decimale 52 e lo si codifichi in configurazione BCD:

| 5 | 2 |
|---|---|
| 0101 | 0010 |

Si noti come abbiamo a che fare con un registro binario diviso in due sezioni di 4 posizioni o bit ciascuna. Le decine e le unità decimali sono disposte nel registro in forma binaria ognuna nella rispettiva sezione.

Volendo sommare al 52 decimale del registro il 24 decimale, si converte prima il 24 in decimale codificato in binario come già fatto per il 52 e quindi si addizionano questi numeri binari:

| | | |
|---|---|---|
| 0101 | 0010 | 52 |
| 0010 | 0100 | +24 |
| 0111 | 0110 | 76 |

Le diverse potenze del dieci sono qui tenute separate, ma pure si fa strada un dubbio in relazione al fatto che un registro sommatore binario può eseguire somme superiori al dieci decimale. Ad esempio 9 + 3 = 12

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0000 | 0000 | 1001 | 9 |
| 0000 | 0000 | 0011 | + 3 |
| 0000 | 0000 | 1100 | Risultato |

mentre il risultato cercato deve essere:

0000 0001 0010

Si può osservare come ogni sezione possa eseguire addizioni sino a 15 in binario anziché solo sino 9. Quindici in binario è infatti 1111.

In questo caso, mentre nella sezione di destra compare 1100, ossia l'equivalente binario di 12, in decimale dovrebbe esservi 0010 ossia l'equivalente di 2 in decimale. La sezione appena a sinistra, d'altra parte dovrebbe riportare 0001 per indicare dieci in decimale, per cui è chiaro che la sezione di destra contiene dieci in più di quanto dovrebbe.

Come si può ovviare a questo inconveniente? Semplicemente aggiungendo 6 al 12 in binario.

Perchè proprio 6? Si ricordi che in BCD la configurazione 1100 costituisce un codice proibito. Poichè i codici

proibiti sono sei, tutte le volte che l'equivalente decimale supera 9, occorre aggiungere 6 (0110) al numero decimale in codice binario. Questo accorgimento fa andari di pari passo il numero decimale e quello decimale in codice binario.

Nel caso di 9 + 3, l'operazione è effettuata come segue:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0000 | 0000 | 1001 | 9 |
| 0000 | 0000 | 0011 | +3 |
| 0000 | 0000 | 1100 | Risultato |
| 0000 | 0000 | 0110 | +Correzione con sei |
| 0000 | 0001 | 0010 | Risultato corretto |

Nella sezione di destra risulta correttamente 2, ma da dove è provenuto quell'1 che compare nella sezione appena a sinistra? Esso non è altro che il riporto generato dall'addizione "correzione con sei" al dodici illegale nella sezione di destra. Un riporto può passare infatti da una sezione a quella che la segue a sinistra.

| | | |
|---|---|---|
| 0000 | 1100 | Codice illegale |
| 0000 | 0110 | +Correzione con sei |
| 0001 | 0010 | |

L'addizione della correzione con sei ha corretto la sezione delle unità e ha posto un 1 nella sezione delle decine, così da avere un 12 decimale indicato in codice binario.

Un calcolatore che utilizzi questo sistema è progettato in modo da accorgersi se una sezione del registro sorpassa il 9 e da apportare automaticamente la correzione con sei a quella sezione.

Così si procede per l'addizione nel sistema decimale codificato in binario. Anche se esistono svariati altri tipi di possibili sistemi in codice, è importante possedere qualche nozione riguardo a quello ora trattato. Ad esso talvolta si fa riferimento come al "sistema decimale binario codificato 8421".

## ESERCIZIO N. 8

Eseguire le somme proposte dai seguenti problemi in BCD:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | a. | 1000 | b. | 0111 | c. | 0101 |
| | | +0010 | | +0100 | | +0101 |

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte alla fine di questo capitolo.

### Sottrazione decimale codificata in binario

La sottrazione in BCD può essere effettuata tanto per sottrazione quanto per addizione con il metodo del complemento. Sia nell'uno che nell'altro caso occorre procedere alla correzione con sei quando il risultato per un quálsiasi ordine decimale è diminuito al di sotto dello zero.

L'esempio che segue serve ad illustrare come il calcolatore tratterebbe un problema per sottrazione diretta, 52 — 24 = 28:

| | | |
|---|---|---|
| 0101 | 0010 | 52 |
| —0010 | +0100 | —24 |
| | 1110 | Codice illegale |
| | —0110 | Correzione con sei |
| 0010 | 1000 | Risultato |

La sottrazione per addizione del complemento è effettuata formando prima i complemento a due del sottraendo e poi sommandolo. Poiché sono utilizzati numeri complementati, anche la correzione con sei, se usata, deve essere complementata. La tecnica di base è illustrata dai seguenti esempi.

Esempio: 0405 meno 0123 uguale a 0282

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0000 | 0100 | 0000 | 0101 | Minuendo |
| +1111 | +1110 | +1101 | +1101 | Complemento a due |
| 0000 | 0010 | 1110 | 0010 | Sottraendo |
| | | 1010 | | Complemento a due della correzione con sei |
| 0000 | 0010 | 1000 | 0010 | Risultato |

Si osservi come il riporto si propaghi, se necessario, da un ordine decimale a quello successivo, ad eccezione di quando si effettua una correzione con sei.

Esempio: 0321 meno 0456 uguale a 9865

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0000 | 0011 | 0010 | 0001 | Minuendo |
| +1111 | +1011 | +1010 | +1010 | Complemento a due del Sottraendo |
| 1111 | 1110 | 1100 | 1011 | |
| 1010 | 1010 | 1010 | 1010 | Complemento a due della correzione con sei |
| 1001 | 1000 | 0110 | 0101 | Risultato |

## ESERCIZIO N. 9

Utilizzando i numeri decimali in codice binario si risolvano i seguenti problemi di sottrazione BCD.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a. | 12 | b. | 28 | c. | 30 | d. | 100 |
| | — 6 | | —17 | | —12 | | — 55 |

Si confrontino le proprie soluzioni con quelle riportate nella pagina delle risposte alla fine di questo capitolo.

## LEGGI RELATIVE AI SEGNI

Lo studio della matematica nella scuola tradizionale comprende la teoria dei numeri con segni. Poiché svariati problemi aritmetici generati da un Elaboratore Centrale riguardano numeri con segno, sarà bene rivedere le Leggi relative ai Segni. I quattro segni utilizzati in un Elaboratore sono:

+ ADDIZIONE

— SOTTRAZIONE

X MOLTIPLICAZIONE

÷ DIVISIONE

A titolo di riferimento, si apportano nella seguente tabella gli operandi e il risulato delle varie operazioni:

| | A | B | C |
|---|---|---|---|
| A + B = C | Augendo | Addendo | Somma |
| A - B = C | Minuendo | Sottraendo | Differenza |
| A x B = C | Moltiplicando | Moltiplicatore | Prodotto |
| A ÷ B = C | Dividendo | Divisore | Quoziente |

## Somma

a. Per l'addizione di due numeri dello stesso segno, si calcola la somma dei valori assoluti premettendovi il segno comune. Tale regola è illustrata dagli esempi che seguono:

$$\begin{array}{rrrr} +4 & -8 & +21 & -36 \\ \underline{+5} & \underline{-6} & \underline{+33} & \underline{-48} \\ +9 & -14 & +54 & -84 \end{array}$$

b. Per l'addizione di due numeri di segno opposto, si calcola la differenza dei valori assoluti premettendo al risultato il segno del numero superiore come valore assoluto. Tale regola è illustrata dagli esempi che seguono:

$$\begin{array}{rrrr} +21 & +66 & -48 & -21 \\ \underline{-35} & \underline{-53} & \underline{+84} & \underline{+15} \\ -14 & +13 & +36 & -6 \end{array}$$

## Sottrazione

a. Per la sottrazione di due numeri dotati di segno, si cambia il segno del sottraendo e si esegue l'addizione con le modalità già dette. Tale regola è illustrata dagli esempi che seguono:

$$\begin{array}{rrrr} +44 & +33 & -84 & -38 \\ \underline{(+)-32} & \underline{(-)+17} & \underline{(-)-21} & \underline{-(+)17} \\ +76 & +16 & -63 & -55 \end{array}$$

## Moltiplicazione

a. Se si esegue la moltiplicazione di due numeri dello

stesso segno, il prodotto è positivo. Tale regola è illustrata dagli esempi che seguono:

$$\begin{array}{rrrr} +5 & +7 & -6 & -7 \\ \underline{(x)+3} & \underline{(x)+5} & \underline{(x)-8} & \underline{(x)-7} \\ +15 & +35 & +48 & +49 \end{array}$$

b. Se si esegue la moltiplicazione di due numeri di segno opposto, il prodotto è negativo. Tale regola è illustrata dagli esempi che seguono:

$$\begin{array}{rrrr} +7 & -6 & +10 & -5 \\ \underline{(x)-8} & \underline{(x)+6} & \underline{(x)-6} & \underline{(x)+7} \\ -56 & -36 & -60 & -35 \end{array}$$

**Divisione**

a. Se si esegue la divisione di due numeri dello stesso segno, il quoziente risulta positivo. Tale regola è illustrata dagli esempi che seguono:

$$\frac{50}{25} = +2 \quad \frac{-48}{-12} = +4 \quad \frac{-6}{-12} = +0{,}5 \quad \frac{12}{48} = +0{,}25$$

b. Se si esegue la divisione di due numeri di segno opposto, il quoziente risulta negativo. Tale regola è illustrata dagli esempi che seguono:

$$\frac{50}{-25} = -2 \quad \frac{-3}{12} = -0{,}25 \quad \frac{-80}{20} = -4 \quad \frac{8}{-32} = -0{,}25$$

## SISTEMA ESADECIMALE

Un altro sistema di numerazione di uso comune nelle apparecchiature EDP è il sistema esadecimale. Tale sistema, al pari del BCD, è basato su di un codice a quattro bit. In pratica l'unica differenza tra il sistema esadecimale e quello BCD sta nel fatto che il secondo contempla unicamente la codifica dei numeri decimali e quindi utilizza soltanto dieci delle sedici combinazioni possibili con i quattro bit (0-9), mentre il sistema esadeci-

male utilizza tutti i sedici codici. Ai sei codici non utilizzati nel BCD sono assegnati i simboli esadecimali A, B, C, D, E, F. La tabella seguente è dedicata a un confronto tra il sistema binario *puro*, il sistema BCD e quello esadecimale.

| BINARIO | | BCD | | ESADECIMALE | |
|---|---|---|---|---|---|
| Codice | Equiv. | Codice | Equiv. | Codice | Equiv. |
| 0 | 0 | 0000 | 0 | 0000 | 0 |
| 1 | 1 | 0001 | 1 | 0001 | 1 |
| 10 | 2 | 0010 | 2 | 0010 | 2 |
| 11 | 3 | 0011 | 3 | 0011 | 3 |
| 100 | 4 | 0100 | 4 | 0100 | 4 |
| 101 | 5 | 0101 | 5 | 0101 | 5 |
| 110 | 6 | 0110 | 6 | 0110 | 6 |
| 111 | 7 | 0111 | 7 | 0111 | 7 |
| 1000 | 8 | 1000 | 8 | 1000 | 8 |
| 1001 | 9 | 1001 | 9 | 1001 | 9 |
| 1010 | 10 | 1 0000 | 10 | 1010 | A |
| 1011 | 11 | 1 0001 | 11 | 1011 | B |
| 1100 | 12 | 1 0010 | 12 | 1100 | C |
| 1101 | 13 | 1 0011 | 13 | 1101 | D |
| 1110 | 14 | 1 0100 | 14 | 1110 | E |
| 1111 | 15 | 1 0101 | 15 | 1111 | F |
| 10000 | 16 | 1 0110 | 16 | 1 0000 | 10 |
| 10001 | 17 | 1 0111 | 17 | 1 0001 | 11 |
| 10010 | 18 | 1 1000 | 18 | 1 0010 | 12 |
| etc. | | etc. | | etc. | |

## ESERCIZIO N. 10

Si assegnino i caratteri o simboli appropiati ai codici sottoelencati:

1. 0000 0101 = _____

2. 0000 0001 = _____

3. 1111 0111 = _____

Si scriva il codice esadecimale per ciascuno dei seguenti:

4. E = _____

5. 6 = _____

6. F = _____

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte alla fine di questo capitolo.

L'impiego più diffuso del codice esadecimale si realizza nei calcolatori dell'ultima generazione, che, per il loro linguaggio macchina, utilizzano un codice a otto bit. Dato che otto bit possono essere disposti secondo 256 configurazioni diverse, la memorizzazione dell'intero codice è poco pratica. Allo scopo di semplificare tale compito, il codice a otto bit è frazionato in due raggruppamenti di quattro bit, con valori espressi in codice esadecimale.

**Codice ad 8 Bit**

| Gruppo | Gruppo | |
|---|---|---|
| 1111 | 1111 | = FF |
| 1110 | 0101 | = E5 |
| 0101 | 1110 | = 5E |
| etc. | etc. | = etc. |

## SISTEMA OTTALE

Nelle apparecchiature EDP ha un posto di rilievo anche il sistema ottale. Tale sistema ha una *base* di otto, con caratteri discreti: 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7. In base alle regole dei sistemi di numerazione, è noto che quando il numero di unità che sono contate supera il numero dei caratteri discreti, si effettua un riporto verso la colonna immedia-

tamente più significativa. Perciò, otto unità sarebbero rappresentate come in figura:

| Sistema Di Numerazione Ottale | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Val. della Colonna 512 | Val. della Colonna 64 | Val. della Colonna 8 | Val. della Colonna 1 | |
| | | 1 | 0 | |
| | | Uno Otto Unità + | No Uno Unità | = 8 |

## ESERCIZIO N. 11

Si scriva la rappresentazione ottale di ciascuno dei seguenti numeri decimali:

DECIMALE OTTALE

1. 16 unità = _____

2. 9 unità = _____

3. 120 unità = _____

Si scriva il numero decimale rappresentato dai seguenti numeri ottali:

OTTALE DECIMALE

4. 10 = _____

5. 07 = _____

6. 125 = _____

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte alla fine di questo capitolo.

## CONVERSIONE DA UN SISTEMA DI NUMERAZIONE AD UN ALTRO

Il sistema di numerazione binario, benchè del tutto adeguato ai circuiti elettronici, per l'uomo rende troppo prolisse le comunicazioni. Ad esempio, per esprimere in forma binaria il valore di una quantità come 3.844 decimale, si dovrebbe dire: "uno, uno, uno, uno, zero, zero, zero, zero, zero, uno, zero, zero" (111100000100). Ma per esprimere in forma esadecimale questo stesso valore basterebbe dire: "F04", o, in forma ottale: "7.404". Poichè occasioni del genere, in cui valori binari sono espressi mediante questi sistemi, sono molto frequenti, esiste un metodo facile per determinare l'equivalente esadecimale oppure ottale di un numero binario suddividendolo in gruppi di bit.

Per determinare l'equivalente di un numero binario, si suddividono i suoi bit in gruppi di quattro e si determina l'equivalente esadecimale del valore binario di ciascun gruppo. È bene osservare che, nella determinazione degli equivalenti sistemi esadecimali, ciascun gruppo di bit è da considerare per il valore binario che esso rappresenta, separatamente dagli altri gruppi. Ad esempio il numero binario 011011110101 è suddiviso nei gruppi: 0110 1111 0101. Si determina poi il valore equivalente esadecimale di ciascuno dei gruppi: 6 F 5. Ne risulta che l'equivalente esadecimale del numero binario 011011110101 è 6F5.

Per determinare l'equivalente di un valore espresso in forma esadecimale si segue la procedura inversa. Si determina prima l'equivalente binario di ciascuno dei caratteri esadecimali del numero e poi si allineano i singoli valori in binario così da formare un unico numero binario. Ad esempio il numero esadecimale F53 è dapprima suddiviso nella forma binaria: 1111 0101 0011. In seguito questi raggruppamenti sono scritti di seguito così da formare un unico numero binario: 111101010011. L'equivalente binario del valore esadecimale F53 è 111101010011.

Per la determinazione dell'equivalente ottale di un valore assegnato in forma binaria si segue la stessa procedura già vista a proposito della determinazione dell'equi-

valente esadecimale. In questo caso però i bit del numero binario sono suddivisi in gruppi di tre. Ad esempio il numero binario 111101010011 è suddiviso in questo modo: 111 101 010 011. Si determina poi l'equivalente ottale di ciascun gruppo: 7523. L'equivalente ottale del numero binario 111101010011 è dunque 7523. Si osservi come, se le posizioni dei bit sono suddivise in gruppi di tre, la maggiore quantità individuale che ciascun gruppo possa esprimere sia sette, mancando la posizione del bit otto. Questo è in accordo con il sistema di numerazione ottale nel quale i caratteri 8 e 9 sono mancanti.

## ESERCIZIO N. 12

Si effettui la conversione:

1. Binario 011001001111 = _____ (esadecimale)

2. Esadecimale 43F = _____ (binario)

3. Binario 111101101110 = _____ (ottale)

4. Ottale 7664 = _____ (binario)

5. Esadecimale 15F = _____ (ottale)

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

## FORMATI DEI DATI CODIFICATI

Quando si codificano dei dati in combinazioni di bit, queste ultime devono essere in numero sufficiente affinché ogni possibile carattere possa essere inequivocabilmente identificato tra tutti gli altri. Con un codice a quattro bit, le possibili combinazioni distinte sono sedici. Per dati numerici - i numeri 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 0 -, occorrono soltanto dieci distinte combinazioni. Il codice a quattro bit è perciò sufficiente come appare dalla figura seguente. Si osservi come le varie combinazioni siano disposte secondo il sistema di numerazione BCD.

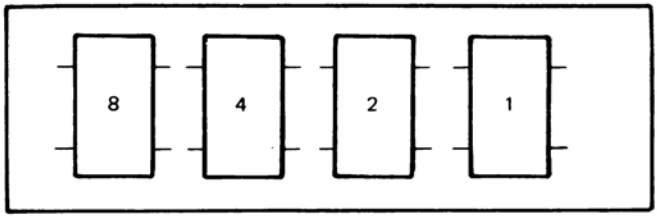
| BCD<br>Codici a 4 Bit | |
|---|---|
| 8 4 2 1 | Rappresenta: |
| 0 0 0 0 | 0 |
| 0 0 0 1 | 1 |
| 0 0 1 0 | 2 |
| 0 0 1 1 | 3 |
| 0 1 0 0 | 4 |
| 0 1 0 1 | 5 |
| 0 1 1 0 | 6 |
| 0 1 1 1 | 7 |
| 1 0 0 0 | 8 |
| 1 0 0 1 | 9 |
| 1 0 1 0 | **illegale** |
| 1 0 1 1 | **illegale** |
| 1 1 0 0 | **illegale** |
| 1 1 1 0 | **illegale** |
| 1 1 1 1 | **illegale** |

### Codici illegali

Nella figura precedente si può notare come sei delle combinazioni in codice BCD non rappresentino nessuna cifra decimale. I circuiti logici di un sistema EDP, non sono in grado di riconoscere questi codici come informazioni dotate di significato, nel caso che operino solo sui numeri. In pratica, a causa delle tecniche di decodifica utilizzate per la logica, nel caso che una di queste sei combinazioni "extra" fosse generata per errore, la logica del sistema potrebbe interpretare il codice in modo errato - magari attribuendole scorrettamente il valore di una delle cifre 0-9. Per questo motivo le sei combinazioni che non rappresentano le cifre numeriche sono dette *codici illegali*.

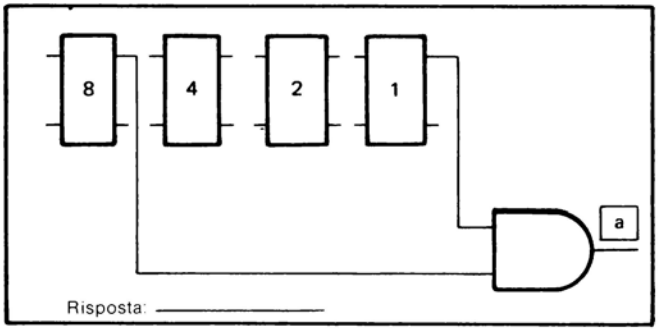
## ESERCIZIO N. 13

Nei seguenti diagrammi di quattro flip-flop l'uscita *set* di ciascun flip-flop rappresenta una colonna di un sistema di numerazione BCD. Il loro rispettivo valore di colonna è segnato sopra a ciascun simbolo logico. Un'uscita *alta* rappresenta un "1" e un'uscita *bassa* uno "0".

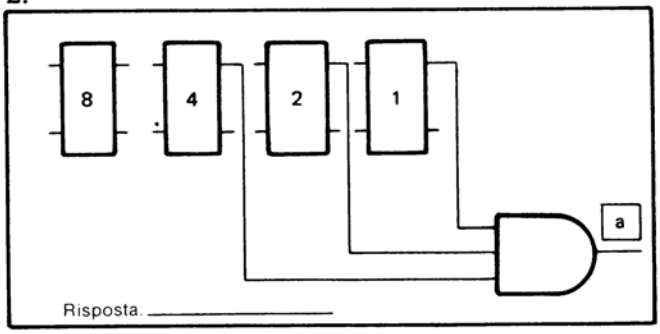



Qual'è la cifra *ammessa* rappresentata in ciascuno degli schemi seguenti quando il punto *a* è *alto*? Si impieghi a titolo di riferimento la tabella di decodifica BCD.

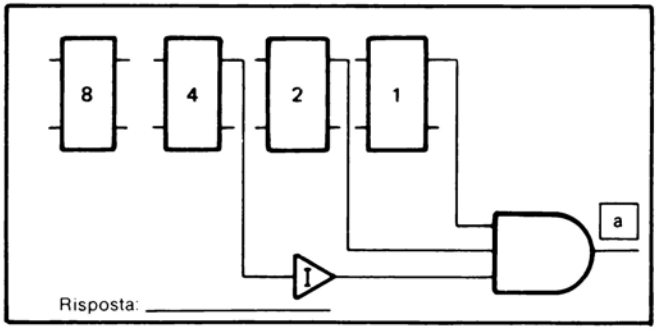
1.




2.



3.




| Codice a Quattro Bit BCD<br>8 4 2 1 | Decimale Rappresentato |
|---|---|
| 0 0 0 0 | 0 |
| 0 0 0 1 | 1 |
| 0 0 1 0 | 2 |
| 0 0 1 1 | 3 |
| 0 1 0 0 | 4 |
| 0 1 0 1 | 5 |
| 0 1 1 0 | 6 |
| 0 1 1 1 | 7 |
| 1 0 0 0 | 8 |
| 1 0 0 1 | 9 |

Mappa per Decodificazione BCD

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte alla fine di questo capitolo.

## Codici alfanumerici

Nei sistemi EDP meno complessi avviene per lo più solo l'elaborazione di dati numerici, per cui il codice BCD a quattro bit è sufficente al loro funzionamento logico. Bisogna però aggiungere che i sistemi, nella loro maggioranza, devono elaborare non soltanto dati numerici ma anche dati consistenti in lettere dell'alfabeto, e devono altresì identificare simboli quali segni di interpunzione ecc. Tali lettere (caratteri) e simboli sono indicati come

dati *alfa*. Per rappresentare i caratteri e i simboli alfa come pure i dati numerici, questi sistemi alfanumerici devono potersi valere di un numero di combinazioni di codice ben maggiore di quello, sedici, relativo ad un codice a quattro bit.

Per risolvere questo problema molti costruttori idearono dei loro codici particolari. Questo modo di procedere causò, tuttavia, non pochi problemi, in quanto rendeva incompatibili tra di loro i sistemi EDP di costruttori diversi. Gli utenti del sistema di un certo costruttore si trovavano nella neccessità di impegnarsi in investimenti per apparecchiature speciali per la traduzione e la decodifica al fine di elaborare i dati provenienti dal sistema di un costruttore diverso dal primo. Alla riduzione di questo genere di problemi ha contribuito molto l'adozione di un set di codici normalizzato. Questo sistema di codici è denominato American Standard Code for Information Interechange (codice standard americano per lo scambio delle informazioni) (ASCII) e ad esso ci si riferisce normalmente come codice ASCII (pronunzia aschi).

Il codice ASCII si compone di sette bit. Con sette bit si può ottenere un codice con 128 possibili combinazioni diverse. Nella figura che segue è rappresentato il sistema

Posizione dei Bit

| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | | | | | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | | | | | | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | | | 0 | 0 | 0 | 0 | NUL | DLE | SP | 0 | @ | P | ` | p |
| | | | 0 | 0 | 0 | 1 | SOH | DC1 | ! | 1 | A | Q | a | q |
| | | | 0 | 0 | 1 | 0 | STX | DC2 | " | 2 | B | R | b | r |
| | | | 0 | 0 | 1 | 1 | ETX | DC3 | # | 3 | C | S | c | s |
| | | | 0 | 1 | 0 | 0 | EOT | DC4 | $ | 4 | D | T | d | t |
| | | | 0 | 1 | 0 | 1 | ENQ | NAK | % | 5 | E | U | e | u |
| | | | 0 | 1 | 1 | 0 | ACK | SYN | & | 6 | F | V | f | v |
| | | | 0 | 1 | 1 | 1 | BEL | ETB | ' | 7 | G | W | g | w |
| | | | 1 | 0 | 0 | 0 | BS | CAN | ( | 8 | H | X | h | x |
| | | | 1 | 0 | 0 | 1 | HT | EM | ) | 9 | I | Y | i | y |
| | | | 1 | 0 | 1 | 0 | LF | SUB | * | : | J | Z | j | z |
| | | | 1 | 0 | 1 | 1 | VT | ESC | + | ; | K | [ | k | { |
| | | | 1 | 1 | 0 | 0 | FF | FS | , | < | L | \ | l | ¦ |
| | | | 1 | 1 | 0 | 1 | CR | GS | - | = | M | ] | m | } |
| | | | 1 | 1 | 1 | 0 | SO | RS | . | > | N | ↑ | n | ~ |
| | | | 1 | 1 | 1 | 1 | SI | US | / | ? | O | ← | o | DEL |

Codici di Controllo — Codici Grafici

completo relativo a questo codice. Si presti attenzione ai numeri nelle loro caselle più scure nell'angolo superiore destro del diagramma: essi identificano l'ordine sequenziale del bit del codice. Il minore di questi numeri (1) identifica il bit di minore valore e quello più alto (7) il bit di maggiore valore, ecc. Il codice per la lettera "A", ad esempio, si scrive: 1000001.

Fondamentalmente, i dati codificati in ASCII sono di due tipi: ad uno appartengono tutti quei dati che potranno essere stampati in uscita sotto forma di caratteri (numeri, lettere e simboli); questo tipo può essere detto dei dati geografici. Il secondo tipo di dati comprende l'informazione per il controllo. Questa informazione è quella utilizzata internamente per controllare le diverse operazioni. Questo tipo di informazione non ha come destinazione principale quella della stampa dei dati. Sui codici di controllo si avrà occasione di parlare ulteriormente nei prossimi capitoli.

## ESERCIZIO N. 14

Utilizzando la mappa del codice ASCII illustrata in questo capitolo, si scriva la lettera, il numero e il simbolo da stamparsi per ciascuno dei codici seguenti:

1. 1110011 = _____

2. 0110100 = _____

3. 1010101 = _____

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte alla fine di questo capitolo.

### Codice multiplo

Anche se un elaboratore predisposto per l'intero sistema alfanumerico in codice ASCII è senz'altro in grado di distinguere i dati numerici da quelli alfa, è tuttavia dispersivo, qua e là, spostare i gruppi di sette se occorrono soltanto quattro bit - come nel caso che si stiano elaborando solo dati numerici. Una tecnica assai più efficiente consisterebbe nel separare i sette bit in due gruppi e fare in modo che ciascun gruppo rappresenti

una cifra numerica. Con questo sistema i dati numerici potrebbero essere trattati ad una velocità doppia. Poiché, tuttavia, con soli sette bit questo non sarebbe possibile, per permettere di trattare due cifre in luogo di una soltanto, si aggiunge un'ottava posizione di bit. Nel funzionamento in modo alfa, questo bit è sempre zero, ma quando si opera in un modo numerico, le otto posizioni di bit sono divise in due raggruppamenti di quattro bit. Ciascun raggruppamento è interpretato secondo il sistema di numerazione BCD.

**Un Flusso di Dati**

01000001010000100100001101000100010001 01

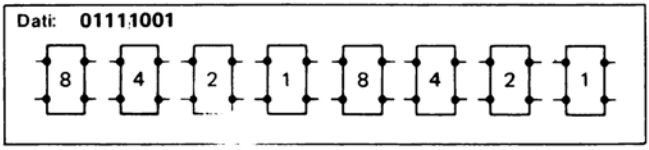
**Interpretazione come Numeri in Gruppi di 4-bit**

| 4 | 1 | 4 | 2 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0100 | 0001 | 0100 | 0010 | 0100 | 0011 | 0100 | 0100 | 0100 | 0101 |
| A | | B | | C | | D | | E | |

**Interpretazione come Caratteri in Gruppi di 8-bit**

## ESERCIZIO N. 15

Nei flip-flop si trovano i seguenti otto bit di dati. Si decodifichi questa informazione dapprima come se l'elaboratore si trovasse nel modo alfa - e poi come se esso si trovasse nel modo numerico.




Alfa: _____

Numerico: _____

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte alla fine di questo capitolo.

## TEST DI RIEPILOGO DEL CAPITOLO 3

Si forniscano le risposte al seguente test e, una volta terminate, le si confrontino con quelle riportate nelle Pagine delle Risposte ai Test di Riepilogo in fondo al libro. Nel caso di qualche risposta non corretta, si ripassi il contenuto di questo capitolo prima di passare a quello successivo.

Si effettuino le seguenti conversioni:

1. (da esadecimale in binario)
   Esadecimale: F4 = binario: _____

2. (da ottale in binario)
   ottale: 507 = binario: _____

3. (da binario in BCD)
   binario: 00010010 = BCD: _____

Si tracci un cerchio intorno alla lettera relativa alla risposta corretta

4. Il dato *16* è:

   a. Alfa

   b. Alfanumerico

   c. Numerico

   Si scriva nell'apposito spazio il carattere rappresentato dal seguente Codice ASCII.

5. (Si ricorra alla Tabella del Codice ASCII illustrata nel Capitolo 3).

   0110101 è: _____

## PAGINA DELLE RISPOSTE

### ESERCIZIO N. 1

1. 8

2. 2

### ESRCIZIO N. 2

1. 1027

| | | |
|---|---|---|
| 7 unità | = | 7 |
| 2 "8" | = | 16 |
| 0 "64" | = | 0 |
| 1 "512" | = | 512 |
| | | 535 (unità) |

2. 1321

| | | |
|---|---|---|
| 1 unità | = | 1 |
| 2 "16" | = | 32 |
| 3 "256" | = | 768 |
| 1 "4096" | = | 4096 |
| | | 4897 (unità) |

### ESERCIZIO N. 3

1. 13
2. 9
3. 2
4. 15
5. 3

### ESERCIZIO N. 4

1. 0111 = 7

2. 1000 = 8

3. 1001 = 9

## ESERCIZIO N. 5

1. a.
$$\begin{array}{r} 1 \\ +2 \\ \hline 3 \end{array}$$
b.
$$\begin{array}{r} 1 \\ +1 \\ \hline 2 \end{array}$$
c.
$$\begin{array}{r} 5 \\ +5 \\ \hline 10 \end{array}$$
d.
$$\begin{array}{r} 7 \\ +1 \\ \hline 8 \end{array}$$
e.
$$\begin{array}{r} 7 \\ +3 \\ \hline 10 \end{array}$$

2. a.
$$\begin{array}{r} 110=(\ 6) \\ +100=(\ 4) \\ \hline 1010=(10) \end{array}$$
b.
$$\begin{array}{r} 111=(\ 7) \\ +111=(\ 7) \\ \hline 1110=(14) \end{array}$$
c.
$$\begin{array}{r} 101=(\ 5) \\ +11=(\ 3) \\ \hline 1000=(\ 8) \end{array}$$
d.
$$\begin{array}{r} 110=(\ 6) \\ +101=(\ 5) \\ \hline 1011=(11) \end{array}$$

## ESERCIZIO N. 6

1. a.
$$\begin{array}{rr} 1011 & 0000 \\ & -1 \\ \hline 1010 & 1111 \end{array}$$
b.
$$\begin{array}{rr} 0001 & 0000 \\ & -1010 \\ \hline 0000 & 0110 \end{array}$$
c.
$$\begin{array}{rr} 0010 & 0000 \\ & -111 \\ \hline 0001 & 1001 \end{array}$$

## ESERCIZIO N. 7

1. 1280 = 0001 0010 1000 0000

2. 9833 = 1001 1000 0011 0011

3. 432

4. 303

## ESERCIZIO N. 8

1. a.

```
  1000=  8
 +0010=  2
 ------
  1010=  illegale 10
  0110=  correzione con 6

  0001   0000=10
```

b.

```
  0111=  7
 +0100=  4
 ------
  1011=  illegale 11
  0110=  correzione con 6

  0001   0001=11
```

c.

```
  0101=  5
 +0101=  5
 ------
  1010=  illegale 10
  0110=  correzione con 6

  0001   0000=10
```

## ESERCIZIO N. 9

a.

```
 0001  0010
      -0110
 ------------
 0000  1100
      -0110
 ------------
 0000  0110
```

b.

```
  0010  1000
 -0001  0111
 ------------
  0001  0111
       -0110
 ------------
  0001  0001
```

c.

```
  0011  0000
 -0001  0010
 ------------
  0001  1110
       -0110
 ------------
  0001  1000
```

d.

```
 0001  0000  0000
       -0101  0101
 ------------------
 0000  1010  1011
       0110  0110
 ------------------
 0000  0100  0101
```

## ESERCIZIO N. 10

1. 05
2. 01
3. F7

4. 1110

5. 0110

6. 1111

## ESERCIZIO N. 11

1. 20 (2 "8")

2. 11 (1 "8" e "1" unità)

3. 170 (1 "64" e 7 "8" e 0 unità)

4. 8.

5. 7

6. 5 unità = 5
   2 "8" = 16
   1 "64" = 64
   85 (unità) Risposta

## ESERCIZIO N. 12

1. 64F

2. 010000111111

3. 7556

4. 111110110100

5. 0537

## ESERCIZIO N. 13

1. 9

2. 7

3. 3

## ESERCIZIO N. 14

1. s

2. 4

3. U

## ESERCIZIO N. 15

Alfa: y

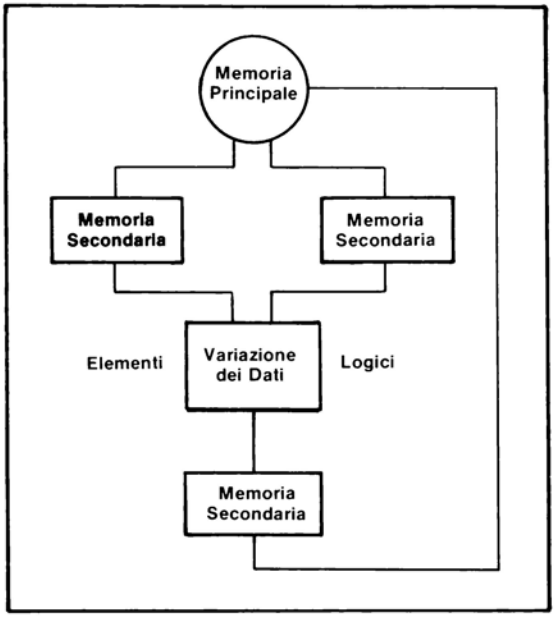
Numerico: 79

CAPITOLO 4

# Manipolazione dei Dati

## INTRODUZIONE

I trasferimenti dei dati internamente alle apparecchiature elettroniche avvengono, di regola, attraverso delle reti logiche un passo alla volta. I dati sono posti, dapprima in dispositivi di memoria e quindi oltrepassano delle porte che eseguono su di essi delle operazioni logi-



che. I risultati di tali manipolazioni logiche sono a loro volta riposti in dispositivi di memoria, in attesa di essere eventualmente ricondotti attraverso delle porte logiche.

Impulsi di sincronismo, dispositivi di conteggio e registri di memoria rivestono tutti un ruolo importante nella regolazione e nel controllo di questo processo costituito da una sequenza di passi successivi. In questo capitolo si imposterà la conoscenza dei principi fondamentali che reggono il funzionamento di ciascuno di questi dispositivi.

Tali nozioni mettono in condizione di seguire "dal di dentro" i processi reali impliciti nella manipolazione elettronica dei dati

## OBIETTIVI

Al termine di questo capitolo, il lettore dovrebbe essere in grado di:

- Avere ben chiaro l'uso degli impulsi di clock di sincronismo
- Sapere cosa si intende per sistema sincrono
- Distinguere tra le sequenze di conteggio di un contatore Binario, un contatore ad Anello ed un contatore Gray
- Sapere a cosa ci si riferisce con il termine *registro di memoria*
- Specificare le differenze tra modi di trasferimento dei dati in *parallelo* e *in serie*.

## TEMPORIZZAZIONE

### Tempo di propagazione

Gli impulsi dei dàti che sono inviati alle porte sono generati da sorgenti diverse. Le distanze che questi impulsi devono percorrere sono variabili così come sono diversi i componenti attraverso i quali sono trasmessi.

Anche se come ordine di grandezza, la velocità di trasferimento degli impulsi da un punto all'altro può apparire fulminea, nei sistemi di circuiti logici il tempo che tali trasferimenti comportano non può essere trascurato. Si supponga, ad esempio, che una porta *and* avente un terminale *c* di uscita abbia due ingressi: *a* e *b*. la funzione di questa porta sia quella di generare un'uscita attiva (c) nell'istante esatto in cui *a* e *b* passino allo stato *alto* nei rispettivi punti di origine esattamente nello stesso istante e che, ciò nonostante la porta and *c* non passi mai allo stato *alto* perchè uno dei due terminali deve compiere un percorso più lungo dell'altro prima di raggiungere la porta, per cui *a* e *b* non risultano mai contemporaneamente *alti*. La seguente scenetta raffigura appunto questo caso.

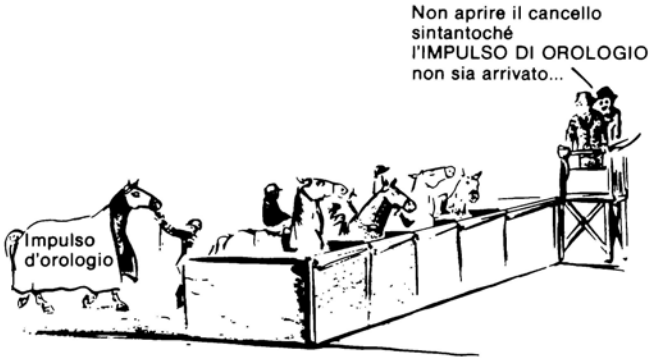
TEMPO DI PROPAGAZIONE

Naturalmente la figura accentua, esagerandolo, il fatto che gli impulsi sono applicati alla porta in istanti differenti, ma l'idea di base è pur sempre la stessa. Riprendendo in considerazione la figura, con i giocatori che simboleggiano gli impulsi ed il sentiero come se fosse un tratto di circuito, il tempo impiegato dai giocatori per percorrere il sentiero sino alla loro destinazione corrisponde a ciò che si chiama tempo di *propagazione*. Il tempo di propagazione è dunque il tempo occorrente ai segnali per trasferirsi da un punto all'altro del sistema circuitale. Poichè i segnali applicati alle porte sono generati da sorgenti differenti in punti diversi del sistema circuitale, essi sono caratterizzati da tempi di propagazione diversi. Quindi deve esistere una forma di controllo per assicurare che tutti i segnali che devono agire su di un

determinato circuito logico in un certo istante abbiano di fatto raggiunto il circuito prima che esso sia chiamato a reagire. In caso contrario, il circuito potrebbe reagire a un input logico indesiderato e giungere a conclusioni errate.

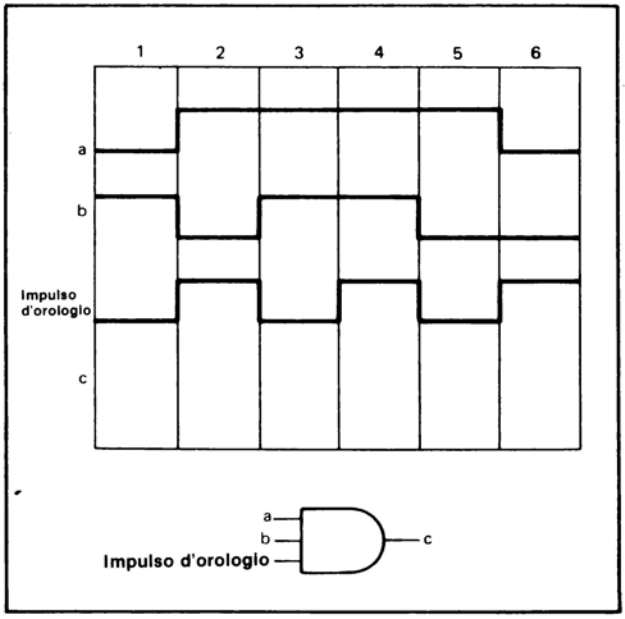
### Impulso di sincronismo

Per ovviare a questo inconveniente in molti circuiti logici viene usato un impulso di controllo o di sincronismo. La cosa è realizzata in modo tale che i circuiti ai quali è collegato l'impulso di sincronismo non possono passare da uno stato all'altro (tanto da *basso* ad *alto* che da *alto* a *basso*) sino a che l'impulso di sincronismo non sia presente. L'impulso di sincronismo è, in realtà, combinato in *and* con tutti gli altri segnali di ingresso del circuito, e, qualunque siano gli stati di questi altri segnali, il circuito per reagire deve attendere l'impulso di sincronismo.



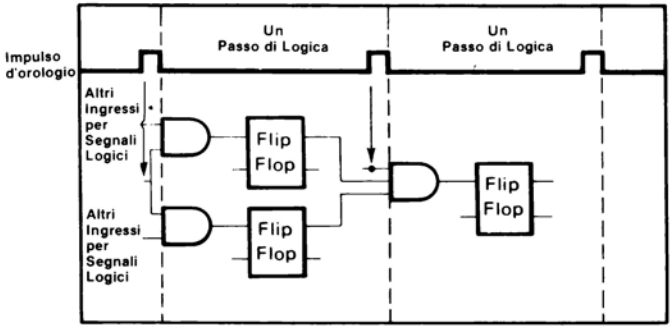

## ESERCIZIO N. 1

Esaminati i segnali applicati alla porta rappresentati nel diagramma, si tracci il corrispondente segnale di uscita *c* nello spazio a disposizione. Si faccia l'ipotesi che lo stato attivo sia quello *alto*.




Si confronti la propria soluzione con quella riportata nella pagina delle risposte al termine di questo capitolo.

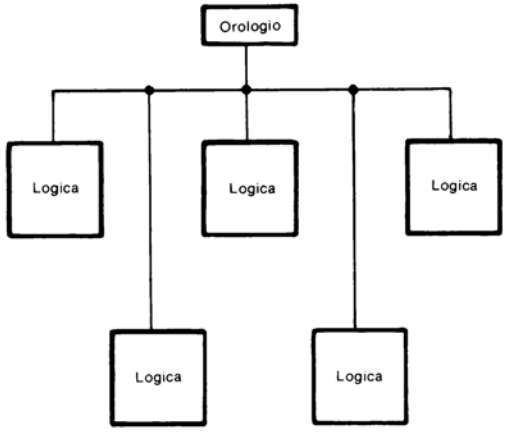
Il segnale di sincronismo può consistere nella continua ripetizione di impulsi che si succedono ad intervalli regolari nel tempo. La durata del periodo che intercorre tra due impulsi successivi è calcolata in modo da essere sufficientemente lunga affinché i segnali con tempo di propagazione maggiore abbiano tempo tra un'impulso e l'altro di trasferirsi dal punto di origine a quello di destinazione. Tale condizione garantisce ad ogni segnale



logico un tempo sufficente per giungere a destinazione e stabilizzare il proprio stato *alto* e *basso* prima di essere trattato dal circuito all'ingresso dal quale esso è inviato.

Proprio come in un'orologio il bilanciere regola il movimento del meccanismo in "tic" "toc" intervallati con regolarità, così l'impulso di sincronismo del sistema regola il flusso dei dati secondo passi equidistanti. I dati avanzano attraverso il circuito logico, passo dopo passo, con una nuova combinazione di segnali che si assesta ad ogni passo come risultato di quello precedente sino al completamento finale del risultato voluto.

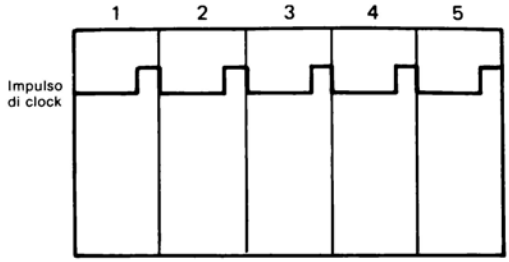
Data la funzione permanente di scansione del tempo, l'impulso di sincronismo è chiamato impulso di *clock* (orologio). Un tipico sistema digitale presenta una sezione detta di *clock* che ha il compito di inviare appunto gli impulsi di clock attraverso tutto il sistema dei circuiti logici. In tale modo si ottiene la sincronizzazione di tutto il sistema circuitale mediante impulsi di clock e, per tale ragione, i circuiti così funzionanti sono detti sistemi *sincroni*.

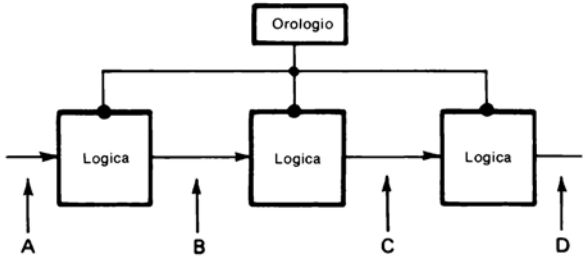



**Sistema Sincrono**

## ESERCIZIO N. 2

Se si applica un segnale continuo al punto A durante il primo intervallo di tempo illustrato dal diagramma, in quale intervallo apparirà nel punto C un segnale risultante?




Si confronti la propria risposta con quella riportata nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

## CONTATORI

Il funzionamento dei calcolatori digitali e degli elaboratori dipende in modo essenziale dalle funzioni di conteggio e confronto. I contatori sono impiegati nei circuiti di controllo dei sistemi digitali per regolare la sequenza di esecuzione delle singole operazioni e facilitare la registrazione e la modifica delle informazioni. Tre importanti tipi di contatori, che utilizzano tutti come elementi principali flip-flop e elementi similari, sono: il contatore Binario, il contatore ad Anello ed il contatore Gray. Benché nei circuiti siano impiegati svariati altri tipi di contatori la conoscenza dei tre già citati può avviare alla comprensione dei contatori in generale.

### Contatore binario

Un *contatore binario* consiste in un contatore che esegue la funzione di conteggio basata sul sistema di numerazione binaria. Un tipo di contatore binario si compone di

flip-flop e porte collegate in modo opportuno. L'uscita del contatore può essere utilizzata in più modi per eseguire le funzioni logiche di volta in volta desiderate; essa può, ad esempio, essere utilizzata come segnale o tensione di gating onde permettere in un determinato momento del conteggio il trasferimento di un'informazione tra due punti del sistema circuitale.

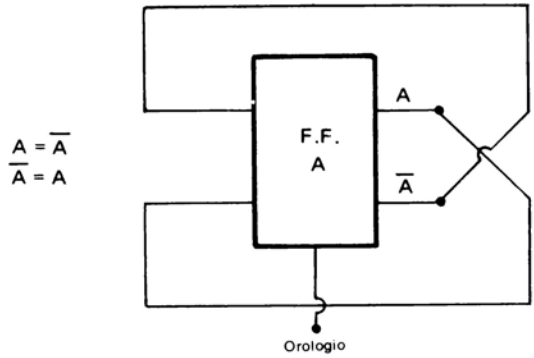
Gli elementi di un contatore binario possono essere disposti essenzialmente secondo due configurazioni: conteggio in avanti (0, 1, 2, 3 ecc.) oppure all'indietro (3, 2, 1, 0 ecc.). Il modo di contare, il punto iniziale e quello finale del conteggio sono funzione delle neccessità logiche del sistema.

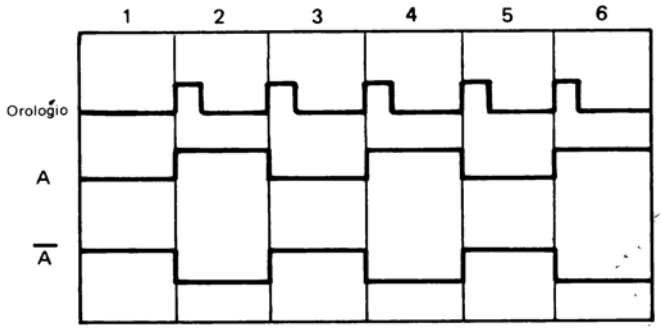
Un ottimo criterio per comprendere il funzionamento di un contatore è quello di provare a realizzarne uno. Poiché l'uscita di un singolo flip-flop è caratterizzata da due soli stati possibili, con un singolo flip-flop si può realizzare soltanto un contatore che vada da zero a uno e quindi ritorni a zero.

Nell'illustrazione che segue è trascritta l'equazione logica relativa ad un contatore del genere; è riportato altresì un diagramma logico del contatore con un tracciato dei segnali che lo riguardano.

Nel simbolo logico del flip-flop A il circuito comprende un ingresso di *clock*. In base allo schema del circuito, questo flip-flop può avere transizioni del suo stato di uscita soltanto quando il clock *sta passando* da uno stato all'altro con andamento positivo (cioè da basso ad alto). Quindi, in pratica, la "salita" del clock ( *basso* che diventa *alto*) è combinata in *and* con tutti i terminali di ingresso. Questo significa non soltanto che l'ingresso deve essere nello stato attivo (qui si assume arbitrariamente che lo stato attivo sia quello *alto*) ma anche che l'impulso di clock sia in fase di "salita".

L'equazione logica mostra che perchè il terminale di uscita A divenga attivo (alto) deve essere attivo il terminale $\overline{A}$ per fornire all'ingresso *a* un segnale attivo. Per far diventare attivo il terminale $\overline{A}$, deve essere attivo il terminale A per fornire all'ingresso $\overline{a}$ un segnale attivo. Sembra un giro di parole? Quanto succede non è poi tanto complicato, come può sembrare a prima vista, poiché l'equazione afferma: quando il flip-flop A si trova




in uno stato determinato, esso passa nello stato opposto dovuto alla fase di "salita" del clock.

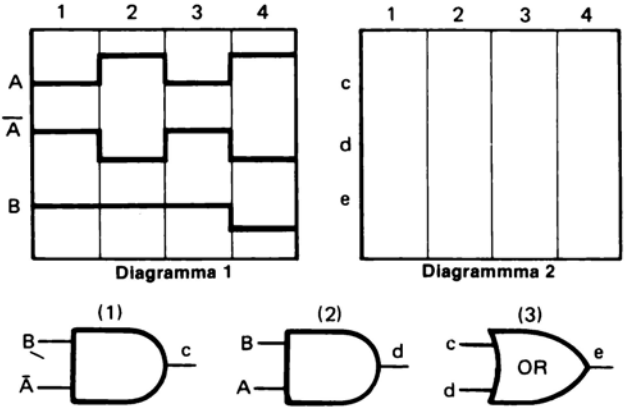
Guardando il grafico che illustra gli stati di uscita del flip-flop A nell'arco di sei periodi elementari, si può notare come, durante il primo intervallo, $\overline{A}$ sia *alto* ossia attivo, e che quindi, secondo l'equazione logica, sia A che sta per diventare attivo. Il diagramma logico mostra che questo avviene in quanto $\overline{A}$ è utilizzato come ingresso per *a*.Comunque, sempre secondo il grafico, anche se l'ingresso relativo ad A si trova in uno stato attivo durante tùtto il primo intervallo, è solo in corrispondenza della salita dell'impulso di clock che A può effettivamente reagire all'ingresso attivo. Il grafico mostra poi che durante il secondo intervallo è A ad essere attivo e che quindi, secondo l'equazione logica, con A attivo sarà $\overline{A}$ che si prepara a diventare attivo. Il diagramma logico mostra che questo avviene in quanto il termine di uscita

A è utilizzato come segnale di ingresso per $\overline{a}$. Ma, proprio come prima, come si può notare nel grafico, sebbene durante tutto questo secondo intervallo $\overline{a}$ rimanga continuamente attivo, $\overline{A}$ non può cambiare di stato sino alla "salita"del clock.

Un altro fatto evidente nel grafico è che le due uscite di un flip-flop (A e $\overline{A}$) si trovano sempre in stati opposti. Ciò è dovuto alla disposizione "a toggle switch del complesso circuitale che costituisce il flip-flop.

## ESERCIZIO N. 3

Nel diagramma 1 sono illustrati tre segnali per quattro consecutivi intervalli di tempo. Sono altresì illustrate tre ipotetiche porte aventi come ingressi differenti combinazioni di tali segnali. Nello spazio a disposizione sul Diagramma 2 si tracci l'uscita risultante per ciascuna di queste porte durante tutti e quattro gli intervalli di tempo.

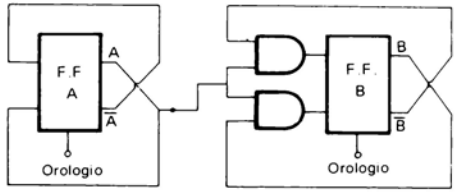


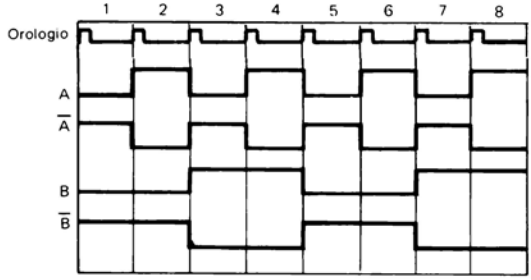

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte alla fine di questo capitolo.

Facendo uso di due flip-flop si può realizzare un sistema capace di contare da zero a tre e quindi di rincominciare da capo. La figura che segue riporta equazione logica, diagramma logico e segnali di uscita relativi ad una disposizione siffatta. Prima di accingersi al prossimo esercizio si esamini attentamente le figura.

$A = \overline{A}$
$\overline{A} = A$
$B = \overline{B}\,A$
$\overline{B} = B\,A$

**Contatore Binario con Due Flip-Flop**



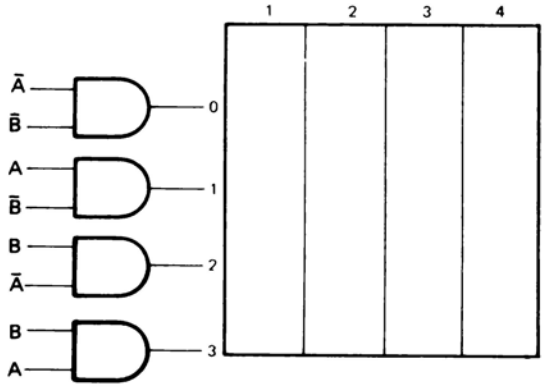

Nello schema logico del contatore binario con due flip-flop si noti come il flip-flop A abbia gli stessi collegamenti presenti nel caso del contatore binario con un solo flip-flop. Il flip-flop B è cablato esattamente in modo identico al flip-flop A con l'eccezione che gli ingressi del flip-flop B sono combinati in *and* con il terminale A di uscita. Osservando i segnali di uscita del flip-flop B, è possibile notare come questa disposizione in *and* dei collegamenti - sia B che $\overline{B}$ in *and* con A - faccia si che il flip-flop B cambi il suo stato con una frequenza che è solo la metà di quella relativa al flip-flop A.

L'esercizio che segue ha lo scopo di aiutare a comprendere come le uscite di una simile combinazione di flip-flop possono essere utilizzate per un contatore.

## ESERCIZIO N. 4

Si esamini il diagramma della figura precedente relativa al contatore binario con due flip-flop e quindi si eseguano i seguenti problemi.

1. Negli appositi spazi sul diagramma seguente si traccino i segnali di uscita delle seguenti porte.




Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte alla fine di questo capitolo.

2. Si completi la tabella della verità per le porte del primo problema di questo esercizio.

| B | A | |
|---|---|---|
| L | L | 0 |
| — | — | 1 |
| — | — | 2 |
| — | — | 3 |

Si confronti la propria risposta con quella riportata nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

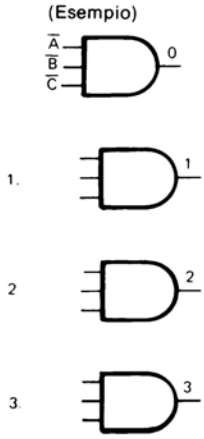
Un'occhiata ad una tabella della verità permette di notare come ai flip-flop di un contatore binario corrispondano valori assegnati, in quanto a ciascun flip-flop corrisponde il peso di una colonna del sistema di numerazione binario. Per progettare un contatore binario è sufficente compilare una tabella della verità assegnando un valore di colonna a ciascuno dei flip-flop. Da questa tabella si può ricavare facilmente il valore di colonna. Il progettista, allora, sa quali flip-flop e porte *and* deve combinare assieme per produrre il conteggio desiderato.

L'illustrazione che segue mostra questo principio per un contatore binario a tre flip-flop. Questi flip-flop sono identificati come A, B e C. A ciascuno è associato un valore di colonna (A = colonna degli "1"; B = colonna dei "2"; C = colonna dei "4"). La colonna di destra mostra il conteggio digitale rappresentato da ciasuna delle configurazioni di *alti* e *bassi* dei flip-flop.

| C (4) | B (2) | A (1) | Conteggio Digitale |
|---|---|---|---|
| L | L | L | 0 |
| L | L | H | 1 |
| L | H | L | 2 |
| L | H | H | 3 |
| H | L | L | 4 |
| H | L | H | 5 |
| H | H | L | 6 |
| H | H | H | 7 |

## ESERCIZIO N. 5

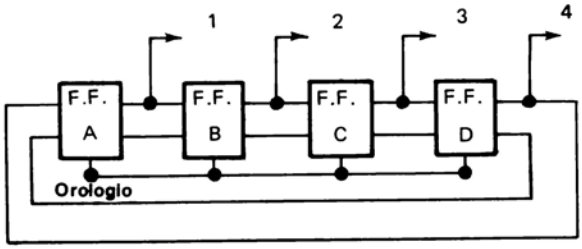
Si esamini la tabella della verità dell'illustrazione precedente e si proceda ai "collegamenti" da effettuare sulle porte scrivendo i termini adatti per generare l'uscita voluta. (Si osservi l'esempio illustrato).




Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

## Contatore ad anello

I calcolatori possono altresì valersi di un'unità di conteggio e temporizzazione denominata *Contatore ad anello*. Questo tipo di contatore si differenzia dal contatore binario per il fatto che ciascun conteggio, è rappresentato dallo stato attivo di un flip-flop diverso, con un solo flip-flop attivo per volta.




Come si può notare nell'illustrazione precedente, il Contatore ad anello non neccessita della sofisticata porta di ingresso e della logica di decodifica dell'uscita indispensabile al Contatore binario. D'altro canto, a parità di capacità di conteggio, il numero di flip-flop che occorrono è maggiore.

In realtà questa è un'illustrazione semplificata per mostrare il principio di base di un contatore ad anello, in quanto, normalmente, sono presenti altri circuiti logici per il primo flip-flop (A) onde permettere la sincronizzazione del conteggio con altre funzioni logiche del calcolatore. Inoltre sarebbe inclusa una qualche forma di logica per il reset del contatore (nella posizione iniziale) in modo da portare il contatore ad uno stato iniziale (possibilmente "0"). In ogni caso queste funzioni logiche sono associate di norma a qualsiasi contatore, sia esso ad Anello oppure Binario.

## ESERCIZIO N. 6

Si esamini l'illustrazione precedente relativa ad un Contatore ad Anello e quindi si completino le seguenti equazioni logiche. Si scrivano i termini appropiati negli appositi spazi.

1. 1 = _____

2. 2 = _____

3. 3 = _____

4. 4 = _____

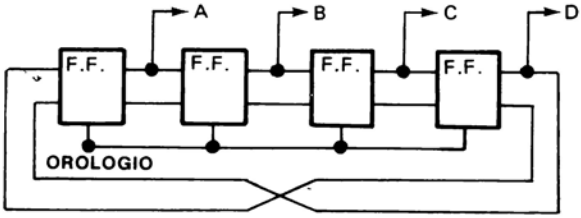
Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte alla fine di questo capitolo.

## Contatore Gray

Per definizione, un contatore Gray è costituito da un contatore composto da flip-flop o elementi logici similari disposti in modo che, procedendo da un conteggio a quello immediatamente successivo, sia un solo flip-flop a cambiare di stato. Questo appare anche dalla tavola comparativa dei contatori Binario, ad Anello e Gray riportata di seguito.

| Contatore Decimale | Contatore Binario | Contatore ad Anello | Contatore Gray |
|---|---|---|---|
| 0 | 000 | 0000000 | 0000 |
| 1 | 001 | 0000001 | 0001 |
| 2 | 010 | 0000010 | 0011 |
| 3 | 011 | 0000100 | 0111 |
| 4 | 100 | 0001000 | 1111 |
| 5 | 101 | 0010000 | 1110 |
| 6 | 110 | 0100000 | 1100 |
| 7 | 111 | 1000000 | 1000 |

Un'altra nota positiva del contatore Gray consiste nel fatto che serve un minore numero di flip-flop di conteggio rispetto a quello ad Anello, a parità di capacità di conteggio. Segue un'illustrazione di un contatore Gray semplificato. Alcuni progettisti si riferiscono al contatore Gray come allo "Switch Tail Ring Counter" oppure al "Contatore di Johnson" Questi nomi sono usati per la stessa disposizione dei collegamenti.




Benchè esistano dispositivi di conteggio che rappresentano configurazioni diverse, i tre di cui si è detto in questo capitolo sono sufficienti a dare un'idea delle modalità di collegamento tra circuiti elettrici rivolte a realizzare una determinata funzione di conteggio.

## REGISTRI

Allo stesso modo in cui possono essere collegati tra di loro per formare un dispositivo atto a contare, i flip-flop o altri elementi di memoria, possono essere combinati nella realizzazione di altri dispositivi come, ad esempio, un registro.

Un registro è un dispositivo impiegato per meorizzare in modo temporaneo, delle unità di informazione. Le dimensioni dell'unità che deve essere memorizzata è variabile, dipendendo non soltanto dallo specifico elemento di apparecchiatura in oggetto, ma altresì dalle sue applicazioni nel sistema.

Per meglio spiegare il concetto di registro, è importante premettere che i registri cui si fa riferimento in questa sede sono composti da trentadue flip-flop, il che equivale alla possibilità di introdurre, ossia memorizzare nel registro, trentadue *bit* di informazione. Nell'esecuzione di operazioni aritmetiche l'elaboratore si vale dei registri per memorizzare gran parte dei numeri del problema. In quanto presenti nei registri, tali numeri possono essere trattati più rapidamente, con la conseguenza di una maggiore efficienza delle prestazioni aritmetiche.

**Registro a Trentadue Bit**

| | | | (Bit dei Dati Memorizzati nei Flip-Flop) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 11 | 10 | 01 | 11 | 10 | 00 | 10 | 11 | 10 | 01 | 11 | 00 | 10 | 11 | 01 |

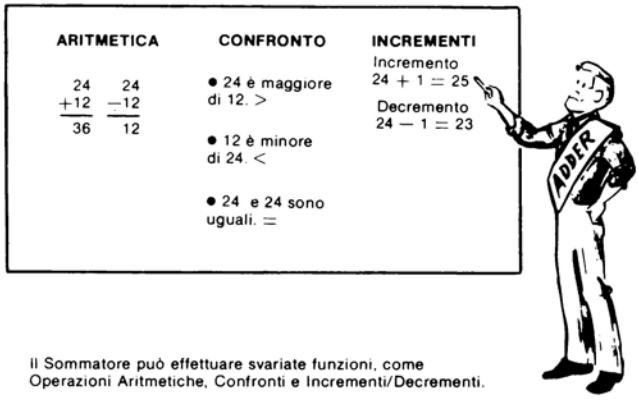
Per sua natura, un elaboratore di un certo sistema EDP, che stia funzionando in modo numerico per eseguire delle operazioni aritmetiche, tratta numeri di lunghezza standard per quanto concerne il loro numero di digit. Ad un tale raggruppamento di digit si applica il termine di *parola*. L'area principale di deposito (memoria) di un sistema del genere può essere rappresentata come l'insieme di molti registri di una parola.

NOTA: le memorie, l'area principale di deposito del sistema, normalmente non sono composte di flip-flop come i registri per funzioni speciali trattati in questa sede. La struttura delle memorie sarà spiegata per esteso nel Capitolo 5.

## Il Sommatore

L'elaboratore riceve una *parola* di dati dalla memoria e la pone in un registro speciale. Il processo di introduzione delle informazioni in un registro è detto *caricamento*. Dal registro i dati sono inviati attraverso una rete logica denominata *sommatore*, che può essere considerato come il cuore dell'elaboratore. Oltre a costituire l'unità aritmetica dell'elaboratore, esso opera come stadio intermedio per tutti i trasferimenti di dati.

In quanto unità aritmetica, il sommatore è capace di: sommare o sottrarre due numeri, procedere ad operazioni di confronto, incrementare e decrementare un numero quale ad esempio un indirizzo.




Il Sommatore può effettuare svariate funzioni, come Operazioni Aritmetiche, Confronti e Incrementi/Decrementi.

Mediante il confronto di due numeri il sommatore può determinare quale sia il maggiore oppure il minore, oppure ancora se i due numeri abbiano ugual valore. I simboli usati sono i seguenti:

- (>) significa "maggiore di". 24 è maggiore di 12, si scrive: 24 > 12.

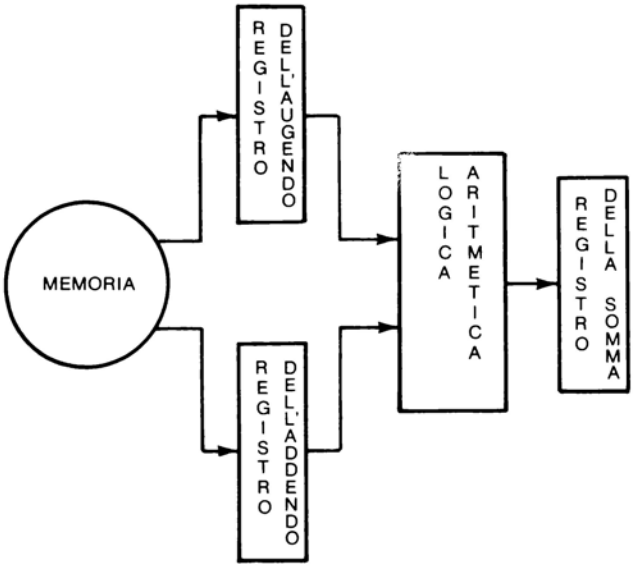
- (<) significa "minore di". 12 è minore di 24, si scrive: 12 < 24.

- ( = ) significa "uguale a". 24 è uguale a 24, si scrive: 24 = 24.

Incrementare un numero significa aumentare quel numero di una quantità prestabilita. Per esempio se il sommatore incrementasse di uno il numero *1628*, tale numero sarebbe aumentato a *1629*.

Decrementare è esattamente l'opposto di incrementare. Se, per esempio, il numero *1628* fosse decrementato di uno, il nuovo numero dopo il decremento sarebbe *1627*.

I dati in uscita da un sommatore sono caricati in un altro registro ancora, come illustrato dalla figura che segue.

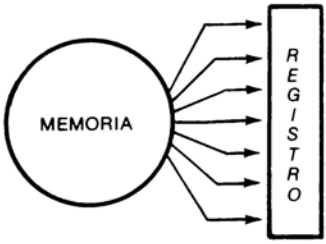



*NOTA: Questa, in realtà, è una rappresentazione schematica, in quanto sono possibili svariate disposizioni per l'augendo, l'addendo e la somma. In effetti, ognuno di tali registri può anche essere una locazione di memoria.*

## MODI DI TRASFERIMENTO DATI

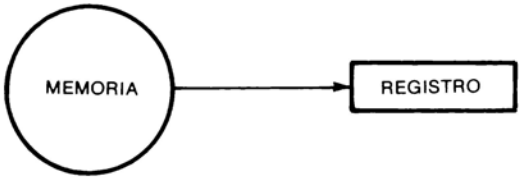
Per il trasferimento dei dati tra locazioni interne al sistema, come dalla memoria ad un registro, e da un registro ad un sommatore logico - oppure ancora da un registro ad un altro registro, vi sono essenzialmente due modi.

Tali modi sono quello parallelo e quello seriale. Nel modo parallelo sezioni di dati sono trasferiti e trattati in coincidenza di un impulso di clock. Gli impulsi corrispondenti ai dati si manifestano tutti contemporaneamente e ciascun impulso è trasferito lungo un suo proprio percorso o filo. In tal modo i circuiti elettronici devono esaminare simultaneamente tutti i percorsi dei dati per determinare il corrispondente codice a quella combinazione di impulsi.




PARALLELO

Per contro in un modo seriale gli impulsi relativi ai dati sono trasferiti lungo la medesima via uno di seguito all'altro come appare dalla seguente illustrazione.




SERIE

Ciascuno di questi due metodi per il trasferimento dei dati presenta pregi e difetti. Per esempio, per il trasferimento e l'interpretazione degli impulsi dei dati trasmessi in parallelo è neccessaria una logica molto più complessa e, quindi, occorrono di fatto molti più componenti. Tuttavia in questo modo il trasferimento dei dati avviene molto più rapidamente. Serialmente, d'altra parte, il trasferimento della stessa massa di dati comporta un tempo più lungo ma neccessita anche di un sistema di logica molto più semplice. La maggior parte dei grossi sistemi fa uso di entrambi i modi a seconda delle neccessità specifiche per i diversi compiti.

## ESERCIZIO N. 7

**Si risponda alle seguenti domande:**

1. Per caricare serialmente con registro è neccessario più tempo che non per caricarlo con trasmissione in parallelo. Vero, Falso

2. Il metodo di trasferimento dei dati in cui la logica deve esaminare simultaneamente tutti gli impulsi dei dati

per interpretare la combinazione di codice voluta è:

a. Trasferimento parallelo

b. Trasferimento seriale

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

## TEST DI RIEPILOGO DEL CAPITOLO 4

Si svolga il seguente test. Al termine si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nelle Pagine delle Risposte ai Test di Riepilogo dei Capitoli alla fine del libro. Nel caso che qualcuna delle risposte non sia corretta si ripassi questo capitolo prima di affrontare quello successivo.

Si riconoscano le Vere e le False tra le seguenti affermazioni, tracciando un circoletto intorno alla relativa lettera che precede ogni frase.

1. V o F

   Per sincronizzare i segnali relativi ai dati si può ricorrere ad un impulso di clock.

2. V o F

   In un sistema sincrono non vi è controllo sequenziale della elaborazione dei dati.

3. V o F

   Un contatore ad anello deriva il suo nome dal fatto che i suoi componenti sono montati secondo uno schema circolare.

4. V o F

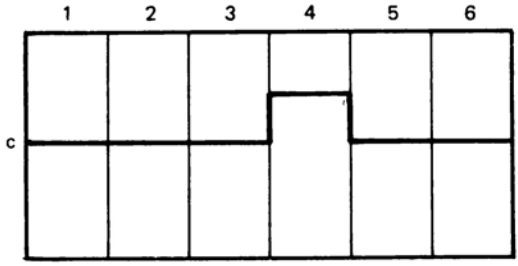
   I registri di memoria consistono in unità di memoria specializzate.

5. V o F

   Il trasferimento dei dati può avvenire più rapidamente in modo seriale che non in modo parallelo.

## PAGINA DELLE RISPOSTE

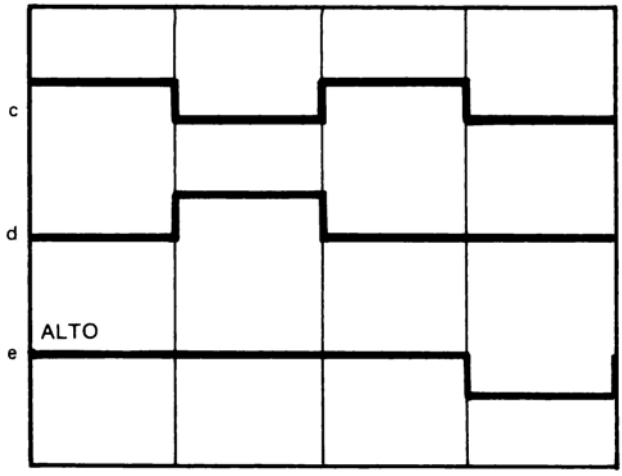
### ESERCIZIO N. 1



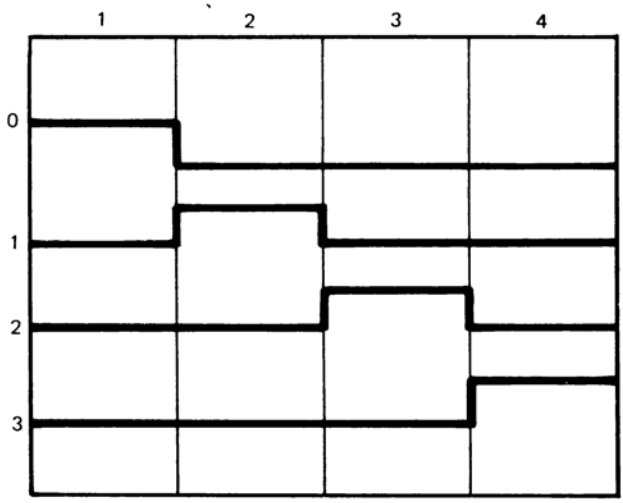

### ESERCIZIO N. 2

Il terzo intervallo di tempo

### ESERCIZIO N. 3

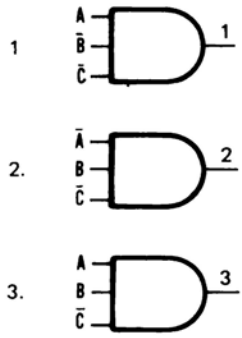


## ESERCIZIO N. 4




| B | A | |
|---|---|---|
| L | L | 0 |
| L | H | 1 |
| H | L | 2 |
| H | H | 3 |

## ESERCIZIO N. 5



## ESERCIZIO N. 6

1. 1 = A
2. 2 = B
3. 3 = C
4. 4 = D

## ESERCIZIO N. 7

1. Vero
2. a

CAPITOLO 5

# Sistemi di Memoria

## INTRODUZIONE

Una delle caratteristiche più significative di un'apparecchiatura elettronica, qual'è un calcolatore rispetto ad una calcolatrice meccanica, risiede nella capacità di memorizzare delle informazioni. Mentre, infatti, è raro trovare una calcolatrice meccanica capace di più di quaranta-cinquanta totali, per un calcolatore elettronico è del tutto normale giungere a memorizzare migliaia di parole di informazioni.

Un'altra differenza consiste nel fatto che, di solito, dati numerici ed istruzioni sono battuti sui tasti della calcolatrice mano a mano che se ne ha bisogno per i calcoli. In un calcolatore, invece, dati ed istruzioni sono memorizzati prima che abbia inizio qualsiasi operazione di calcolo. Provvederà il calcolatore a prelevare automaticamente dalla macchina dati ed istruzioni, via via che la procedura di calcolo li richieda.

Questo capitolo tratta le memorie centrali dei sistemi EDP nonchè le tecniche seguite a proposito dell'immissione e del prelievo dei dati. Grazie alla conoscenza di questi argomenti si giungerà ad un discreto grado di comprensione dei principi di un qualsiasi sistema di memoria.

## OBIETTIVI

Al termine di questo capitolo si dovrebbe essere in grado di:

- Descrivere cosa si intenda per commutazione per coincidenza di correnti nel caso delle memorie a nuclei

- Conoscere i tre tipi di memoria più importanti, a nuclei, a nastro e a disco e illustrare i pregi sostanziali di ciascuno di essi

- Fornire la definizione dei seguenti termini:

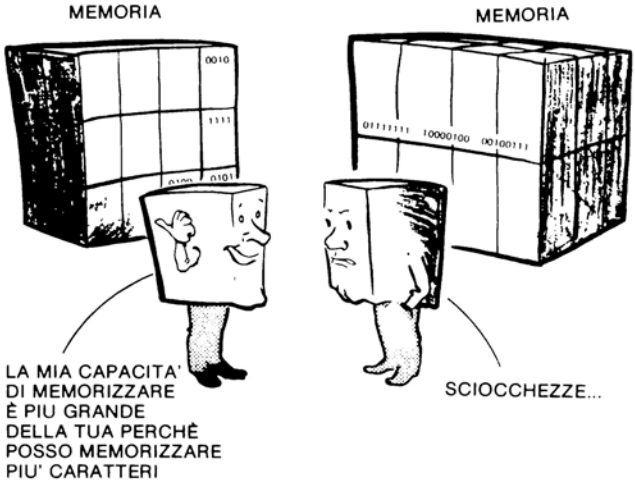
  Tempo di Accesso
  Indirizzo
  Testina di Lettura
  Testina di Scrittura
  Memoria a Nuclei Magnetici

## CARATTERISTICHE DELLE UNITA' DI MEMORIZZAZIONE

La capacità di un'unità di memorizzazione può essere espressa in termini del numero massimo di bit, caratteri e parole in essa memorizzabili.

Unità di memoria di piccola capacità, quali registri a flip-flop, sono solitamente classificate in base alla loro capacità in bit. Un registro con 36 flip-flop, ad esempio, è in grado di memorizzare 36 singole cifre binarie e, per questo, di esso si dice che possiede una capacità di 36 bit.

Quando si parla della capacità di memorizzazione di dispositivi di memoria più estesi, come nel caso di quelli a nuclei e a dischi magnetici, si preferisce fare riferimento alla loro capacità in caratteri, o addirittura in parole, anzichè in bit. In questi casi è bene specificare il numero di bit che compongono un carattere o una parola se si vuole che il confronto tra supporti di memoria di tipo diverso abbia una reale validità.




## Modalità di accesso

I bit di informazione contenuti in un'unita di memoria sono combinati in modo da formare parole caratterizzate da un numero di bit ben determinato. A ciascuna parola, contenente lo stesso numero di bit, è associato un numero di locazione all'interno dell'unità di memoria, detto indirizzo. La modalità di accesso si riferisce al metodo utilizzato nel sistema di memoria per accedere a queste locazioni di memoria, ovvero indirizzi.

La modalità di accesso al sistema di memoria è funzione del meccanismo di selezione degli indirizzi, valido per quel sistema di memoria. Tale modalità di accesso può essere casuale oppure sequenziale.

## Accesso Casuale

L'accesso casuale si riferisce al fatto che il sistema di memoria consente l'acccesso immediato a qualsiasi locazione di memoria, indipendentemente dalla sua posizione fisica rispetto ad altre locazioni nell'unità di memoria stessa. Nella modalità operativa ad accesso casuale, tutte le locazioni di memoria sono raggiungibili (richiamabili mediante un indirizzo) in tempi uguali. Le memorie a nuclei magnetici, di solito, lavorano in accesso casuale.

### Accesso Sequenziale

L'accesso sequenziale denota una procedura del tipo "uno-dopo l'altro". Le locazioni di memoria nelle unità a disco magnetico, di solito, sono indirizzate in questo modo. Per le unità a disco, le diverse locazioni di memoria passano a turno sotto le testine di lettura e scrittura, ma la lettura dell'informazione avviene solamente se, in questo spostamento progressivo, l'indirizzo desiderato è stato raggiunto.

## ESERCIZIO N. 1

Si risponda alle seguenti domande inserendo negli appositi spazi la parola mancante.

1. La ricerca di una determinata carta in un mazzo di carte da gioco, disposto in ordine sparso, si effettua ( *in modo causale*, - *sequenziale*).

2. Un esempio di accesso sequenziale potrebbe consistere nel rintracciare un determinato brano su di un nastro per registrazione._____(vero, falso).

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

### Tempo di accesso

Parlare delle modalità di accesso implica in modo del tutto naturale una serie di considerazioni sul tempo di accesso. La definizione di tempo di accesso è quella dell'intervallo di tempo compreso tra l'istante in cui si chiede l'informazione e quello in cui l'informazione è messa a disposizione. A questo intervallo di tempo, tra parentesi, è rivolta l'attenzione di molti ricercatori, che cercano di abbreviarlo sempre di più per aumentare la velocità dei sistemi di memoria.

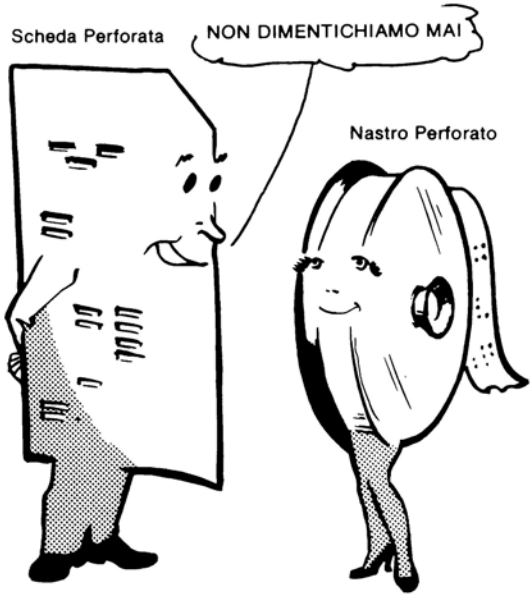
Nei sistemi di memoria che utilizzano il metodo ad accesso casuale l'intervallo di tempo occorrente all'indirizzamento è uguale per tutte le locazioni del supporto di memoria.

Nei sistemi ad accesso sequenziale, invece, il tempo di accesso varia a seconda dei differenti elementi di infor-

mazione - a partire da un punto iniziale. Perciò il tempo di acçesso per questo tipo di sistemi è definito in termini di tempo massimo, tempo minimo e tempo medio. Il tempo massimo di accesso è la durata del periodo più lungo neccessario ad ottenere un elemento di informazione, mentre il tempo minimo di accesso corrisponde al più breve periodo possibile per l'ottenimento di un'informazione. Il tempo medio di accesso, di conseguenza, coincide con la media fra i tempi minimo e massimo.

**Permanenza**

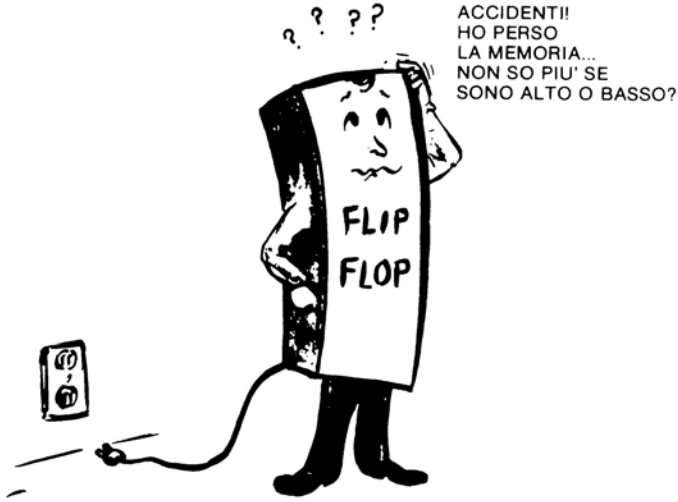
Questa caratteristica è correlata alla possibilità che un'informazione in memoria sia cancellata. Una memoria magnetica può essere cancellata dato che qualunque parola può essere modificata o fatta sparire completamente senza alterazione del supporto di memoria. In una memoria permanente l'informazione non può essere cambiata a meno di sostituire il supporto di memoria. Schede e nastri perforati costituiscono esempi di memorie permanenti.




Memoria Non Volatile

## Volatilità

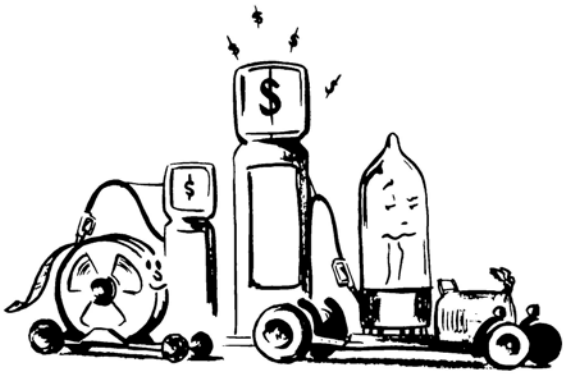
Se, interrompendo l'alimentazione, l'informazione memorizzata nel sistema va perduta, si dice che il sistema di memoria è volatile. Tipico esempio di supporto volatile è un flip-flop in quanto, si verifica un'interruzione dell'alimentazione, l'informazione va irrimediabilmente perduta. Qualsiasi sistema di memoria che sfrutta il fenomeno della magnetizzazione, costituisce una memoria non volatile in quanto non perde il proprio contenuto di informazioni a meno di essere sottoposto a smagnetizzazione.




**Memoria Volatile**

## Costo

Per qualunque cliente il costo di un sistema rappresenta un fattore di primaria importanza ed il sistema di memoria, con i circuiti associati, costituisce proprio la parte più costosa di un calcolatore. Se si confrontano i costi di sistemi di memoria diversi, conviene assumere come termine di riferimento il costo unitario per carattere di informazione. Le valvole sono da considerarsi come i supporti di memoria più costosi - i nastri magnetici sono, al contrario, quelli più economici.



## ESERCIZIO N. 2

Si formino gli abbinamenti tra le lettere di definizione ed i numeri dei termini più attinenti a ciascuna di esse.

1. ____ Accesso

2. ____ Memoria permanente

3. ____ Memoria volatile

4. ____ Un supporto di memoria poco costoso

a. Che dipende dall'alimentazione

b. Nastro magnetico di registrazione

c. Una scheda perforata

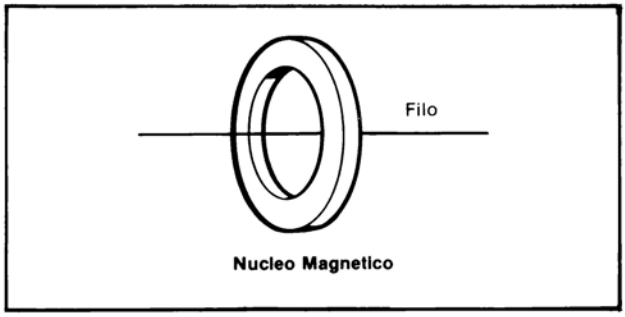
d. Prelevare oppure ottenere

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine di questo capitolo.

## MEMORIE A NUCLEI

Le memorie a nuclei magnetici si sono imposte come i dispositivi di memoria centrale di maggior rilievo nei calcolatori. I sistemi di memoria a nuclei, grazie alla modalità ad accesso casuale, presentano tempi di accesso molto brevi. Poiché in un singolo complesso di memoria a nuclei magnetici possono essere memorizzate migliaia di parole, l'associazione di più strutture di questo genere permette di ottenere, nel modo più conveniente, capacità di memoria veramente notevoli.

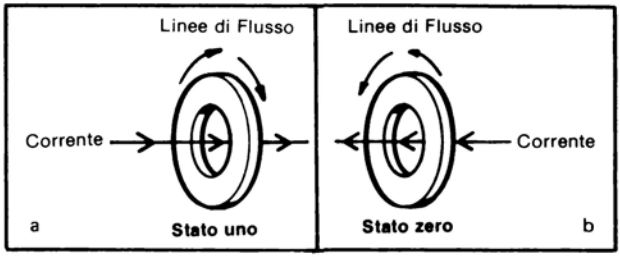
I nuclei impiegati per la memorizzazione magnetica sono dei minuscoli anelli toroidali costituiti da una lega di metalli diversi.




In figura appare un nucleo con un filo che lo attraversa. Questo filo è percorso da un impulso di corrente, il flusso in tal modo generato magnetizza il nucleo portandolo alla saturazione, a condizione che la corrente sia abbastanza intensa. In tal modo le linee di flusso interne al nucleo assumono una direzione ben precisa ed il nucleo conserva quasi interamente il suo stato di magnetizzazione anche a seguito dell'interrompersi della corrente, grazie alla speciale lega in cui esso è costituito. la direzione delle linee di flusso si mantiene invariata.

Allorché nel filo si invia un impulso di corrente di opportuna intensità in senso opposto, le linee di flusso invertono la propria direzione e, al cessare della corrente, continuano a mantenere la nuova direzione. Il nucleo è stato magnetizzato nello stato opposto.

I due stati opposti nei quali il nucleo può essere magnettizzato sono riconoscibili come *stato uno* e *stato zero*.




Allorché un impulso di corrente interviene a cambiare lo stato del nucleo, si dice che il nucleo commuta di stato, mentre la corrente in questione è detta *corrente di commutazione*.

Una caratteristica importante dei nuclei riguarda la loro capacità di distinguere le correnti di commutazione dagli impulsi dovuti al rumore casuale; infatti, per commutarli nello stato opposto è neccessaria una corrente di una data intensità. Nei sistemi di memoria a nuclei magnetici, proprio questa caratteristica si rivela particolarmente utile.

### Correnti di half select

Nella pratica reale, per la commutazione di un nucleo sono impiegati due fili, designati come fili degli indirizzi X e Y. Quando si decide di commutare un certo nucleo, tanto il filo X che quello Y conducono corrente attraverso il centro del nucleo. Benchè nessuno dei due fili, separatamente dall'altro, conduca una corrente di intensità sufficiente alla commutazione del nuceo, la densità di flusso generata dalla combinazione delle correnti relative ai due fili è sufficientemente elevata per commutare il nucleo. Si dice che ciascun filo conduce una corrente di half-select; allorchè al nucleo sono applicate contemporaneamente due correnti di half-select per la sua commutazione, si fa riferimento a tale procedimento con il termine di commutazione per coincidenza di correnti.

## ESERCIZIO N. 3

Si scelga il termine più appropiato per ogni affermazione, scrivendolo nell'apposito spazio.

1. Commutare un nucleo significa invertire la direzione del flusso in un nucleo magnettizzato.
_____ (Vero - Falso)

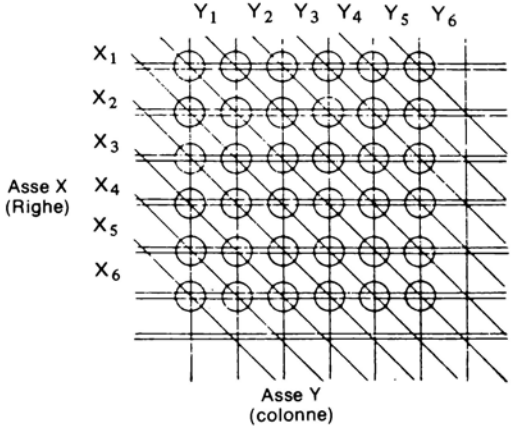
2. Per commutare il nucleo si applica ad esso una corrente di half-select. _____ (Vero - Falso)

3. Allorché si applicano contemporaneamente allo stesso nucleo due correnti di half-select, l'effetto globale che esse producono è quello di elidersi l'un l'altra._____ (Vero - Falso)

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

## Correnti coincidenti

Un sistema di memoria a coincidenza di correnti consiste in diverse matrici di nuclei, dette piani di memoria, affiancate tra di loro. Nella figura che segue è riprodotta una piccola zona di tale piano.




Come appare dalla figura, ciascun piano consiste in un insieme ordinato di nuclei disposti su righe e colonne. Un tipico piano di memoria può contenere sino a mille

nuclei, ciascuno dei quali ha la funzione di memorizzare un bit d'informazione. Per memorizzare mille parole di 36 bit sarebbero quindi neccessari 36 piani di memoria.

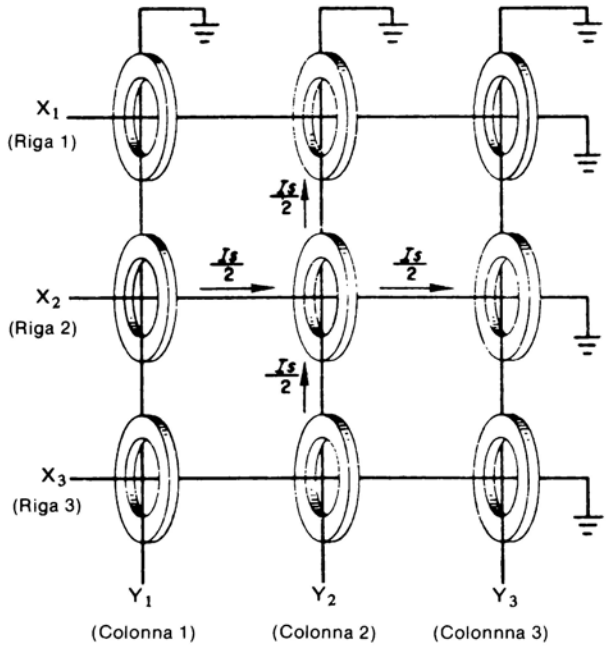
Si osservi nella figura come attraverso ciascun nucleo passino quattro fili. Anche se in alcuni sistemi, per ottenere gli stessi risultati descritti in questa sede, si utilizzano tre soli fili, la disposizione a quattro fili chiarisce a sufficienza quale sia la tecnica di base.

Grazie al criterio della commutazione per coincidenza, si può memorizzare una qualsiasi informazione in un nucleo qualunque appartenente ad un piano di memoria, senza conseguenza alcuna per lo stato degli altri nuclei. Per capire come ciò sia possibile, si consideri la piccola zona di un piano raffigurata in precedenza. Come si è visto, vi sono 36 nuclei disposti secondo sei righe, contrassegnate X1,....,X6 e sei colonne, contrassegnate Y1,....,Y6. Di questi nuclei, nell'esempio esplicativo, saranno presi in considerazione solo i primi tre di ciascuna delle file X1, X2 e X3. Appunto questi nove nuclei, insieme ai fili di indirizzo X e Y con essi concatenati, sono riprodotti di nuovo nella figura che segue, dove per semplicità sono tralasciati i fili di inibizione e quelli sensori.

Si faccia l'ipotesi che tutti i nuclei raffigurati si trovino nello stato zero e che si desideri scrivere un 1 binario nel secondo nucleo della riga n. 2 senza interessare gli altri nuclei. Per far questo è sufficiente applicare simultaneamente due correnti di half-select a ciascuno dei fili degli indirizzi X2 e Y2 nella direzione appropiata alla commutazione del nucleo (come indicato dal verso delle frecce). È chiaro che tutti i nuclei che appartengono alla riga n. 2 e alla colonna n. 2 sono eccitati da correnti di half-select. Allo stato uno, tuttavia, passa solamente il nucleo prescelto,poiché esso è l'unico a subire l'effetto concomitante di due correnti di half-select. Tutti gli altri nuclei rimangono quindi allo stato zero.

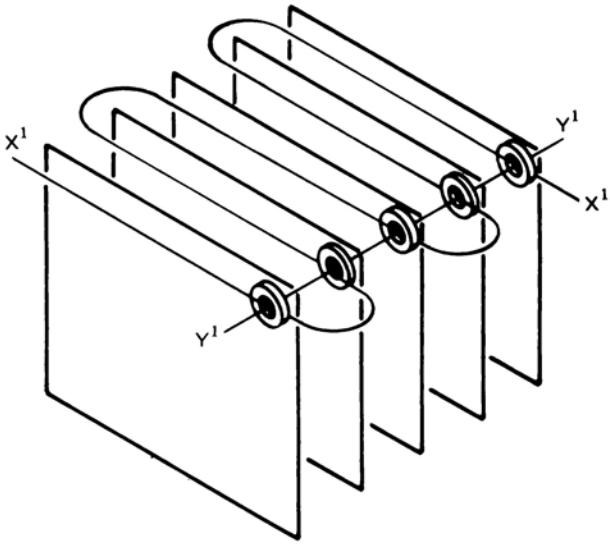
Grazie al metodo qui descritto della selezione in base all'indirizzo, si può scrivere un 1 binario in qualsivoglia nucleo del piano di memoria.

Come già detto, i sistemi di memoria sono quasi sempre costituiti da più piani di memoria affiancati tra di




loro. Il metodo di collegamento più usato è quello di collegare in serie i fili degli indirizzi delle righe e delle colonne corrispondenti nei singoli piani adiacenti. La disposizione dei piani di memoria e di collegamento dei fili degli indirizzi è illustrata nella figura che segue, dove è riprodotto il collegamento di un solo paio di fili degli indirizzi X e Y. Per ciascuna fila e ciascuna colonna vi è comunque un distinto filo degli indirizzi X o Y.

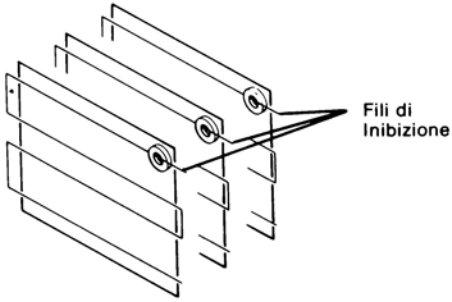
In base a questo schema di collegamento, a ciascuno dei fili degli indirizzi è riservato un apposito circuito per gli impulsi di corrente. Come conseguenza del collegamento in serie, quando un filo degli indirizzi è percorso da un impulso, è come se fosse applicata corrente ad un nucleo per piano. Malauguratamente questo comporta che, in corrispondenza di un impulso ad una linea X e Y per la selezione di un nucleo particolare dove scrivere un 1 binario, lo stesso 1 binario sarebbe scritto nei nuclei delle file adiacenti concatenati con quei fili degli indirizzi. Per questo motivo si rende neccessario un accorgimento



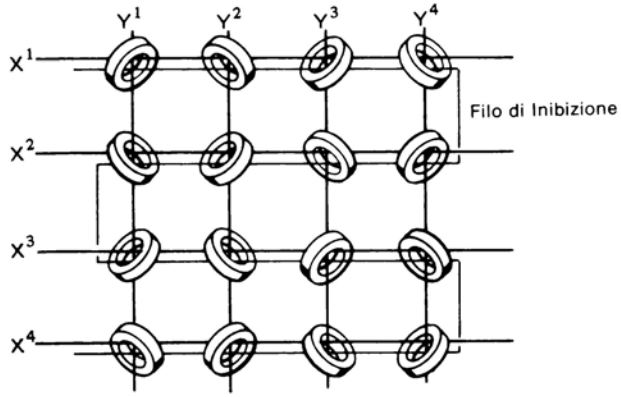

NOTA: Nella pratica attuale i piani di memoria non sono necessariamente ammassati come in figura, anche se, tuttavia, i collegamenti sono concettualmente esatti.

che eviti di scrivere un 1 binario nei piani dove si desidera invece uno zero. A questo scopo si fa ricorso ad un terzo filo, detto filo di inibizione.

A differenza che per i fili X e Y, ad ogni piano di memoria è riservato un particolare filo di inibizione concatenato con tutti i nuclei di quel piano come appare in forma schematica dalla figura seguente.

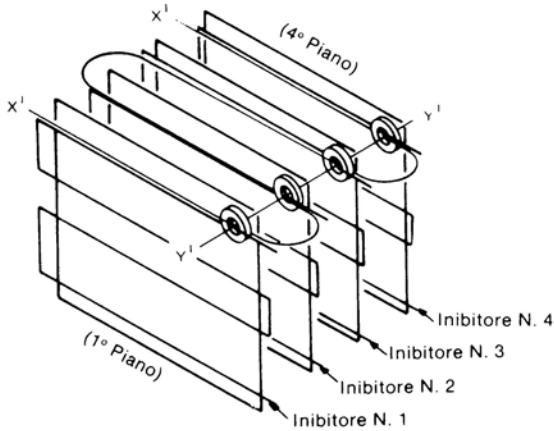


Se si applica una corrente ad un determinato filo di inibizione, per nessuno dei nuclei magnetici appartenenti al relativo piano sarà possibile commutare il proprio stato. La figura che segue, che riproduce una piccola zona di un piano di memoria, illustra il modo di concatenamento del filo di inibizione di quel piano in relazione al filo degli indirizzi. Per impedire la commutazione dei nuclei del piano, si applica una half-current al filo di inibizione relativo a quel piano insieme alla half-current nei fili X e Y prescelti. Ne risulta che, a causa della disposizione dei fili, la corrente di inbizione si muove in senso opposto a quella che percorre il filo X e che perciò i flussi sostenuti dalle correnti dei due fili hanno verso opposto. il filo di inibizione annulla l'effetto prodotto dalla half-current nel filo X e il nucleo di quel piano, che normalmente cambierebbe di stato in seguito alla concomitanza delle correnti nei fili X e Y, risente solamente dell'effetto della half-current del filo. Poiché questa half-current non è di identità sufficiente per commutare il nucleo, quest'ultimo mantiene lo stato in cui si trova in quel momento.




## ESERCIZIO N. 4

Per entrambi i problemi si faccia l'ipotesi che tutti i nuclei di tutti i piani di memoria siano nello stato zero. Si applichi contemporaneamente una half-current ai fili X e Y ed a quelli di inibizione via via nominati. Si dica in che stato si trovano i nuclei una volta che le correnti siano cessate.




1. A $X^1$, $Y^1$ ed ai fili di inibizione 1 e 4 sono applicate delle half-current. Si scriva negli appositi spazi lo stato di ciascun nucleo.

   1° piano ___ 2° piano ___ 3° piano ___ 4° piano ___

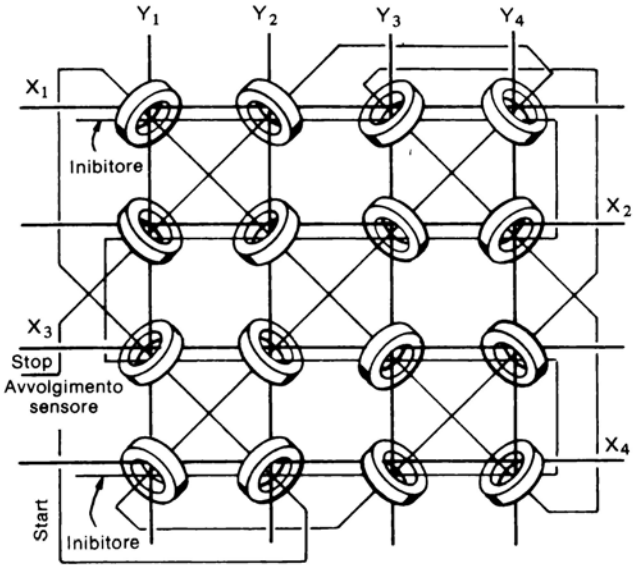
2. A $X^1$, $Y^1$ ed al filo di inibizione 3 sono applicate delle half-current. Si scriva negli appositi spazi lo stato di ciascun nucleo.

   1° piano ___ 2° piano ___ 3° piano ___ 4° piano ___

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

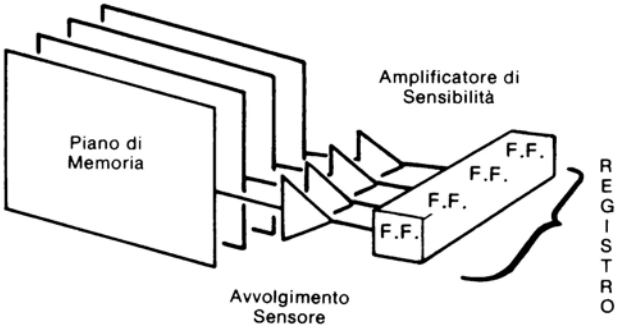
Per leggere l'informazione memorizzata nei nuclei si scrive uno zero in ciascun nucleo associato ai bit della parola prescelta per la lettura. Similmente che nella scrittura in memoria, durante la lettura si ha l'indirizzamento di un nucleo, e di uno solo, per ogni piano di memoria. Questo genere di lettura avviene mediante l'applicazione di half-current ai fili degli indirizzi X e Y come per scrivere degli uno. Per scrivere degli zeri per la lettura, la corrente, però, è applicata nel senso *opposto* a quello relativo alla scrittura. Tutti i nuclei che si trovano nello stato uno commutano nello stato zero e la conseguente variazione del flusso magnetico è " sentita" da un altro

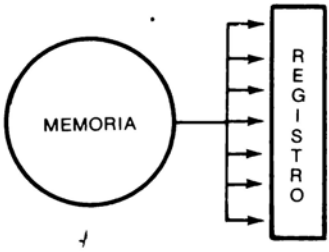
filo concatenato al nucleo, detto avvolgimento sensore. Per ogni piano di memoria esiste un avvolgimento sensore particolare di quel piano come appare dalla seguente figura che riproduce una zona di un piano di memoria con il relativo avvolgimento sensore.




L'avvolgimento sensore di ciascun piano di memoria è collegato ad un separato amplificatore di sensibilità (sense amplifier), avente la funzione di amplificare l'impulso emesso sull'avvolgimento sensore, conseguente alla commutazione del nucleo di quel piano e di trasmetterlo all'ingresso di un flip-flop in un registro di memoria. A ciascun piano di memoria è associato uno ed un solo flip-flop. Questo percorso seguito dal flusso dei dati dalla memoria al registro di memoria è schematizzato nella figura riportata in seguito.

Subito prima di una lettura della memoria, di norma, si procede all'azzeramento del registro di memoria, dopodiché, durante il ciclo di lettura, un impulso proveniente da un determinato piano commuta nello stato "uno" il flip-flop del registro di memoria ad esso associato. Se in un piano di memoria non vi sono nuclei che commutano da uno a zero, da quel piano si ha un'uscita




nulla ed il relativo flip-flop rimane allo stato zero. in tal modo i contenuti di un'indirizzo prescelto nella memoria a nuclei sono trasferiti nel registro di memoria.

## Ciclo di memoria

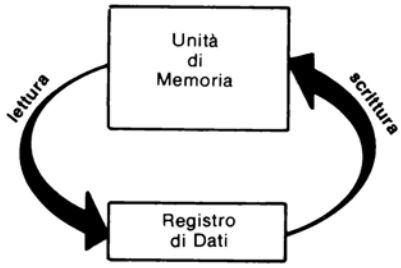
Il modo fisico di funzionamento della memoria comporta sempre una sequenza di due fasi ben distinte, denominata *ciclo di memoria*. Durante la prima metà del ciclo i dati sono prelevati dai nuclei prescelti e posti in un dispositivo speciale di deposito temporaneo, ossia nel "registro dei dati". Nel corso della seconda metà del ciclo di memoria i dati possono essere ponderati dal registro dei dati e scritti di nuovo nei nuclei di provenienza. Quanto si torna a scrivere in tali nuclei dipende dal controllo del programma, poiché può trattarsi degli stessi dati, di dati nuovi oppure di tutti zeri. In ogni caso ciò che occorre notare è che la memoria funziona secondo cicli di due fasi: la prima è dedicata al prelievo dei dati dalla memoria, mentre la seconda è caratterizzata da un'operazione di scrittura di dati in memoria.

## Operazioni relative alla memoria

Le operazioni eseguite nell'arco di un ciclo di memoria sono essenzialmente di due tipi: il primo ha il nome di operazione di lettura ed il secondo di operazione di scrittura.

## Lettura (ripristino in seguito a lettura)

Un'operazione di lettura consiste nel prelevare i dati dai nuclei corrispondenti agli indirizzi prescelti, nel sistemare tali dati nel registro dei dati e, per ultimo, nel trascriverli di nuovo nei medesimi nuclei. Nel parlare di questo processo si usa il termine di ciclo dei dati. La prima metà del ciclo di memoria è detta fase di lettura del ciclo. La seconda metà è detta fase di respinto in quanto è durante tale parte del ciclo che si ripristinano i nuclei prescelti nel loro stato originale.



CICLO DEI DATI

## Scrittura (azzeramento-scrittura)

Un'operazione di scrittura consiste nell'azzerare preventivamente i nuclei prescelti e successivamente scrivere in essi i nuovi dati. A seconda delle esigenze del programma questi nuovi dati possono essere tutti zeri, nel qual caso si dice che i nuclei sono stati azzerati.

Naturalmente la descrizione precedente e la spiegazione del funzionamento e della costruzione di un sistema a nuclei ha una portata del tutto teorica, limitandosi ai criteri di base relativi a questo tipo di memoria. Esistono altri sistemi a nuclei il cui funzionamento presenta alcune differenze a proposito delle operazioni

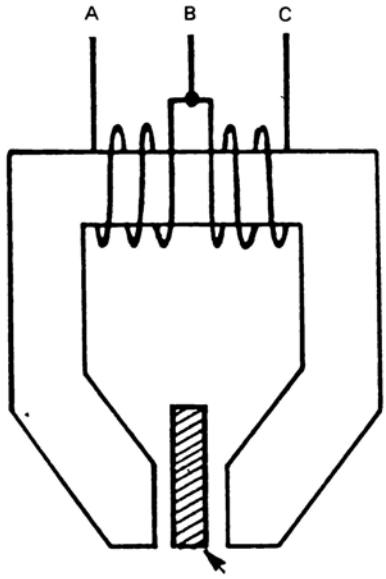
di lettura e scrittura. Anche i circuiti logici, associati alla scrittura ed alla lettura della memoria, non descritti in questa sede, possono assumere una notevole complessità e poichè tale logica è spesso peculiare del sistema in cui essa è usata è preferibile rinviare la presentazione per accompagnarla all'esame dei singoli sistemi.

## MEMORIE A DISCO MAGNETICO

Un altro supporto di memoria è messo a disposizione dall'impiego dei dischi e dei tamburi magnetici. Poiché i principi fondamentali delle memorie a disco e a tamburo sono i medesimi, qui si tratterà soltanto del tipo a disco.

Un disco di memoria è costituito da un materiale non-magnetico, come alluminio o bronzo, rivestito in un materiale magnetico che può essere ossido di ferro o nickel-cobalto. Durante la normale attività il disco ruota ininterrottamente con velocità angolare molto elevata.

Sopra la superficie del disco si trovano le testine di lettura e scrittura alla minima distanza possibile perchè non vi sia contatto. Lo spessore della fessura tra le testine




Spessore di materiale non magnetico

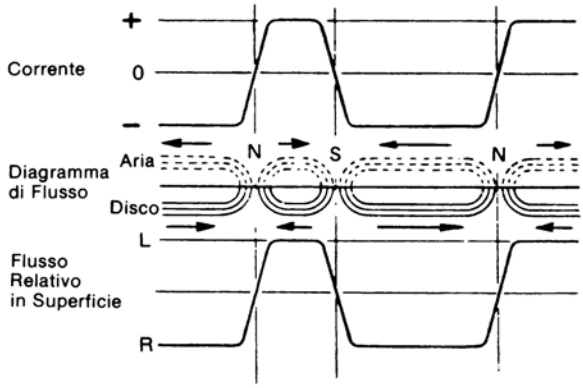
e la superficie del disco ha un valore critico di circa 0,0254 mm = 0,001 pollici. In pratica su molte unità, le testine sono mantenute separate dalla superfice del disco unicamente dal cuscino d'aria creato dalla rotazione del disco stesso. Grazie a questa tecnica è possibile ridurre notevolmente la distanza tra le testine ed il disco..

Le operazioni di lettura e scrittura possono essere eseguite con la stessa testina oppure con due testine distinte. Poiché, tuttavia, la testina ideale per scrittura e quella per lettura sono progettate in modo diverso, la testina singola che combina lettura e scrittura si presenta come un compromesso, essendo il suo impiego giustificato da fattori quali esigenze di spazio, considerazioni economiche e facilità di regolazione.

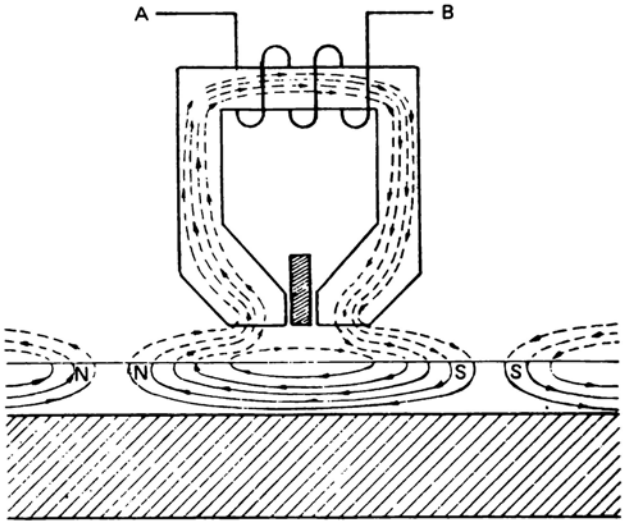
La figura precedente riproduce schematicamente una testina di scrittura con gli elementi fondamentali che la compongono. La testina di scrittura consiste in un nucleo sagomato ad anello con una piccola fessura ad un'estremità, riempita di materiale non magnetico, come per esempio ottone. Intorno al nucleo è avvolta una bobina provvista di presa centrale come risulta dalla figura. Allorchè si verifica un passaggio di corrente tra i punti A e B, il flusso trova un percorso a bassa riluttanza che attraversa il nucleo eccetto che in corrispondenza della fessura, dove è costretto a chiudersi nell'aria intorno al traferro.

Poiché la fessura si trova nelle immediate vicinanze dell'ossido di ferro che ricopre il disco, gran parte del flusso passa internamente all'ossido provocandone la magnetizzazione. L'ossido continua a mantenere il suo stato di magnetizzazione, "ricordando" (conservando) l'informazione che viene memorizzata nel disco.

Allorché lo stesso passaggio di corrente si verifica tra i punti B e C, le linee di flusso risultano dirette in senso opposto, provocando la magnetizzazione dell'ossido di ferro nel verso opposto, ossia portandolo nello stato inverso rispetto al precedente. Si comprende, a questo punto, che, se un verso della corrente è associato al bit uno e quello opposto al bit zero, la testina di scrittura è in grado di registrare delle informazioni binarie. Le informazioni registrate possono assumere la forma illustrata dalla figura che segue.




Nei sistemi che utilizzano una testina distinta per la lettura, quest'ultima sarà costruita secondo lo schema della figura riportata più sotto. Nell'istante in cui l'ossido di ferro magnetizzato passa sotto la fessura praticata nella testina, le linee di flusso attraversano il nucleo, per cui, quando il senso di magnetizzazione dell'ossido di ferro si inverte, le linee di flusso interne al nuclo svaniscono per poi ricostruirsi nel senso opposto a quello precedente. Tutto questo genera una tensione indotta



nell'avvolgimento della testina, con polarità della tensione dipendente dalla direzione delle linee di flusso. Il segnale di tensione indotto nell'avvolgimento è quindi amplificato per poter essere utilizzato come segnale di ingresso di un flip-flop.

## Riassunto

Se si guarda al loro costo unitario per bit, alla velocità di accesso e alla capacità di memoria, la memorizzazione mediante nuclei magnetici e dischi magnetici presenta, tra tutti i dispositivi di memoria, i vantaggi più rilevanti. Proprio per questa ragione queste due tecniche sono le più diffuse per la memoria principale dei sistemi EDP più importanti.

## TEST DI RIEPILOGO DEL CAPITOLO 5

Si diano le risposte al seguente test e, una volta terminato, si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nelle Pagine delle Soluzioni ai Test di Riepilogo dei Capitoli in fondo al libro. Nel caso che qualche risposta non sia corretta si ripassi il contenuto di questo capitolo prima di procedere a quello successivo.

Riconoscere le affermazioni Vere da quelle False tracciando un circoletto intorno alla lettera corrispondente che precede ciascuna frase.

1. V o F

   Per la commutazione di un nucleo di una memoria a nuclei è necessaria una coppia di correnti concomitanti.

2. V o F

   Nella memorizzazione su nastro magnetico il tempo di accesso è di gran lunga minore che non in quella su nuclei magnetici.

3. V o F

   Nella registrazione dei dati su disco magnetico si utilizza una *testina di lettura*.

4. V o F

   Un *indirizzo* serve a individuare in quale flip-flop di un registro di memoria è contenuto un determinato bit dei dati.

5. V o F

   Per commutare un nucleo si utilizza una *testina di scrittura*.

## PAGINA DELLE RISPOSTE

### ESERCIZIO N. 1

1. Casualmente
2. Vero

### ESERCIZIO N. 2

1. d
2. c
3. a
4. b

### ESERCIZIO N. 3

1. Vero
2. Falso
3. Falso

### ESERCIZIO N. 4

1. 0110
2. 1101

CAPITOLO 6

# Criteri Operativi Relativi al Programma, al Controllo e all'Elaboratore

## INTRODUZIONE

I sistemi per l'Elaborazione dei Dati con i metodi dell'Elettronica Digitale possono essere classificati grosso modo in due categorie principali: quelli progettati e costruiti per un compito particolare e quelli per uso generale (general purpose). I sistemi per compiti particolari sono quelli funzionanti secondo sequenze rigide, cioè programmate all'origine, per cui ogni variazione imposta al programma di funzionameto sarebbe da considerarsi come una vera e propria alterazione dello schema operativo.

D'altronde i sistemi cosiddetti di uso generale possono essere programmati in modo da eseguire una qualsivoglia sequenza di operazioni. Questo tipo di sistemi può essere utilizzato per svariati tipi differenti di applicazioni, avendo come unico limite il programma che fornisce le neccessarie istruzioni.

In questo capitolo è contenuta l'esposizione teorica di come sia costituito un programma e come un calcolatore per uso generale "legga" e reagisca ad un determinato programma.

Benché l'argomento di questo capitolo sia trattato in modo generale, non manca nessuno dei criteri di funzionamento, grazie alla conoscenza dei quali ciascuno potrà formarsi una valida visione d'assieme delle modalità reali secondo le quali un elaboratore adempie alle sue funzioni.

## OBIETTIVI

Al termine di questo capitolo, il lettore dovrebbe essere capace di:

- Chiarire la funzione di:

  *Programma*

  Controllo

- Elencare le informazioni elementari contenute in una *istruzione*

- Determinare il significato del termine *indirizzo* con riferimento in memoria

- Descrivere, ricorrendo allo schema a blocchi di un elaboratore, come avvenga l'esecuzione di un'istruzione da parte dell'elaboratore stesso

- Definire quale sia lo scopo dei seguenti tipi di programmi:

  Assembler (assemblatore)
  Compiler (compilatore)

## CONTROLLO

Con la maggior parte delle macchine meccaniche nonché con le macchine elettroniche di tipo più semplice, il controllo di un gran numero di eventi legati all'elaborazione dei dati è compito esclusivo dell'operatore. Quest'ultimo, mediante una tastiera, programma quali accumulatori dovranno essere interessati all'operazione e se questa debba consistere in un'addizione, una sottrazione oppure una lettura. L'operatore deve inoltre selezionare il totale parziale al quale devono essere addizionati i dati (e dal quale devono essere sottratti) e, in parecchie occasioni, deve anche determinare i dati numerici da introdurre, battendoli sugli opportuni tasti. Infine, oltre ad assolvere a tutte queste funzioni di controllo, egli deve anche fissare la sequenza di svolgimento delle operazioni.

In un calcolatore di una certa complessità, invece, è un sistema circuitale interno che abilita l'esecuzione automatica di queste funzioni. Questo insieme di circuiti, denominati di *controllo*, interpreta un programma di istruzioni contenute in memoria e provvede a creare nelle varie unità e reti logiche le condizioni neccessarie a mettere in pratica tali istruzioni.

In linea di principio si può dunque affermare che un calcolatore si compone di un insieme di unità di memoria, quali memorie e registri, e di unità di elaborazione o per la manipolazione dei dati. Il controllo interpreta un'istruzione contenuta in memoria e quindi seleziona le unità di memoria e di elaborazione occorrenti per l'esecuzione di quella istruzione. Una volta che tali selezioni siano avvenute, il controllo provvede al collegamento delle unità prescelte in modo da creare gli opportuni percorsi neccessari allo scambio dei dati. Sarà sempre il controllo a fissare in linea di massima la sequenza secondo la quale debbono verificarsi gli eventi associati.

In ogni caso, tutti i calcolatori incorporano una sequenza fondamentale, consistente in una procedura in due passi, ripetuta in continuazine sempre con identiche modalità. I due passi hanno il nome di *fetch* (prelievo) ed *execute* (esecuzione). Il prelievo di un'istruzione dalla memoria e quindi la sua esecuzione formano la sequenza operativa fondamentale di qualsiasi calcolatore, anche se possono darsi delle differenze per quanto riguarda i mezzi seguiti per portare a termine tali funzioni.

## ESERCIZIO N. 1

Si contrassegni la risposta più corretta con un circoletto intorno alla lettera relativa alla scelta fatta.

1. Controllo

   a. Consiste nelle istruzioni che dicono al sistema che cosa deve fare.

   b. Agisce come una rete di commutazione in quanto stabilisce collegamenti tra le opportune unità di memoria e quelle di elaborazione al fine di ottenere i risultati voluti.

   c. Esegue praticamente le operazioni aritmetiche - come un'addizione o una sottrazione.

   d. È l'area di deposito dei dati.

2. Un'istruzione contenuta in memoria

   a. Impartisce al controllo gli ordini da eseguire.

   b. Dice al sistema come deve portare a termine una determinata istruzione.

   c. Informa l'operatore del prossimo compito da eseguire.

3. Fetch e poi execute descrive

   a. Il modo in cui l'operatore introduce i dati nel sistema.

   b. L'istruzione.

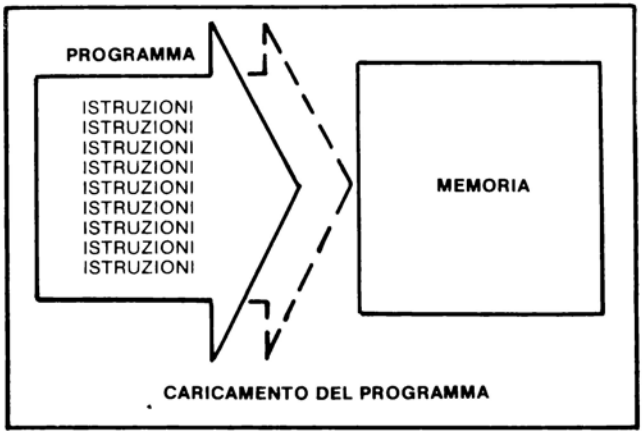
   c. La sequenza base di funzionamento comune a tutti i calcolatori.

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle soluzioni al termine del capitolo.

## IL PROGRAMMA

I calcolatori per uso generale sono in grado di eseguire diverse funzioni come la lettura dei dati, le operazioni aritmetiche su di essi, il loro trasferimento, il loro confronto ecc. Ma essi non possono da soli, associare tali funzioni nelle combinazioni neccessarie a compiere un determinato lavoro e a risolvere un determinato problema. Questo lavoro è affidato al programma.

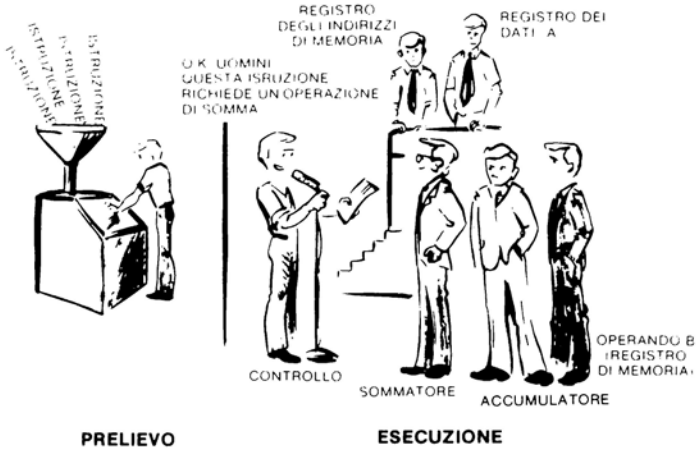
Un programma, per definizione, consiste in un piano sistematico appositamente concepito per giungere alla soluzione automatica di un problema da parte di un calcolatore. Nel caso di un problema specifico da sottoporre per la soluzione ad un calcolatore per uso generale, un programmatore deve prima analizzare il problema per stabilire in che modo utilizzare il calcolatore per ottenere lo scopo. Presa una decisione al proposito, si traccia un piano sistematico, detto programma. Un programma consiste in un elenco sequenziale di istruzioni particolareggiate, che guida il calcolatore un passo dopo l'altro nella soluzione del problema.




## FORMATO DELLE ISTRUZIONI

Le istruzioni sono memorizzate in locazioni indirizzabili di memoria sotto forma di codici. Secondo il progetto, il controllo preleva le istruzioni una per volta e le carica in

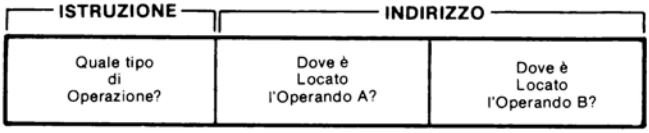
registri speciali detti registri di controllo, dove ciascuna istruzione è interpretata dai circuiti di controllo e quindi eseguita. Completata che sia l'esecuzione di un'istruzione, è l'istruzione successiva ad essere prelevata dalla memoria, posta nei registri di controllo e infine eseguita. Questo ciclo di fasi alternate di prelievo ed esecuzione delle varie istruzioni continua fino al compimento definitivo dell'intero programma.



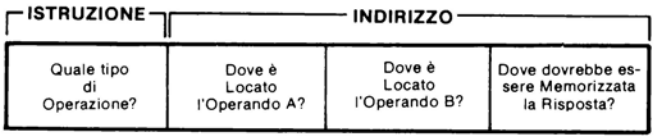

Fondamentalmente un'istruzione è composta di due sezioni con significati differenti per i circuiti di controllo. La prima detta *codice operativo*, indica al controllo qual'è l'operazione da eseguire tra tutte quelle possibili (addizione, sottrazione, ecc.). Il controllo che, in pratica, può essere considerato come un complesso circuito di commutazione, apre o chiude le porte e le unità logiche neccessarie a compiere l'operazione voluta.

La seconda sezione fondamentale dell'informazione contenuta in un'istruzione è detta il campo dell'*indirizzo*. Questo campo informa il controllo sulle locazioni indirizzabili di memoria dove prelevare e memorizzare i dati interessati dall'esecuzione dell'istruzione. La quantità di informazione contenuta nel campo degli indirizzi di una istruzione è variabile, potendo un'istruzione contenere un numero qualsiasi di indirizzi - da nessuno sino a

quattro - a seconda dello schema di progetto del sistema. Il programmatore, al corrente delle capacità del sistema per il quale egli sta scrivendo il programma, redige le istruzioni nel formato di volta in volta più adatto.




ISTRUZIONE A DUE INDIRIZZI




ISTRUZIONE A TRE INDIRIZZI

UNA ISTRUZIONE A DUE SEZIONI BASE

NOTA: Le istruzioni possono contenere anche altre informazioni neccessarie allo specifico tipo di sistema nel quale esse sono utilizzate. Poiché il formato effettivo delle istruzioni è varibile da sistema a sistema, in questa sede sono esposti solo i criteri generali del formato delle istruzioni. Questi criteri, come giù detto, si riassumono nel fatto che un'istruzione consiste di un campo di Codice Operativo e di un campo per gli indirizzi dei dati.

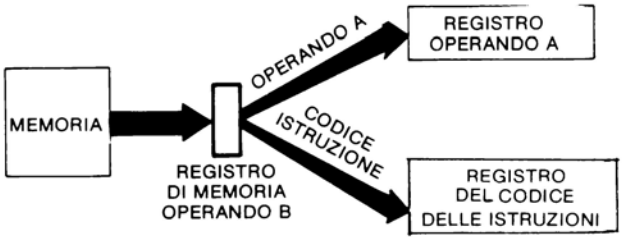
## ORGANIZZAZIONE DELL' UNITA' ARITMETICO-LOGICA

La parte che segue si propone di dare un idea generale del vasto tema che il funzionamento operativo di un elaboratore rappresenta. A questo proposito, si prendono innanzitutto in considerazione le unità di un tipico elaboratore con le relative funzioni. Successivamente si fornisce la struttura delle istruzioni per il modello. Infine si descrive come il modello esegua effettivamente un operazione.

Tale descrizione è proposta in termini di principio, non considerando, perchè esplicita, gran parte della logica di controllo - quali la sequenziabità degli eventi, le funzioni logiche ecc. L'idea tuttavia, di come le sub-unità di un'elaboratore operino in coordinazione nell'espletamento di un'operazione è pienamente valida e costituisce una sintesi adeguata degli argomenti trattati nei capitoli precedenti.

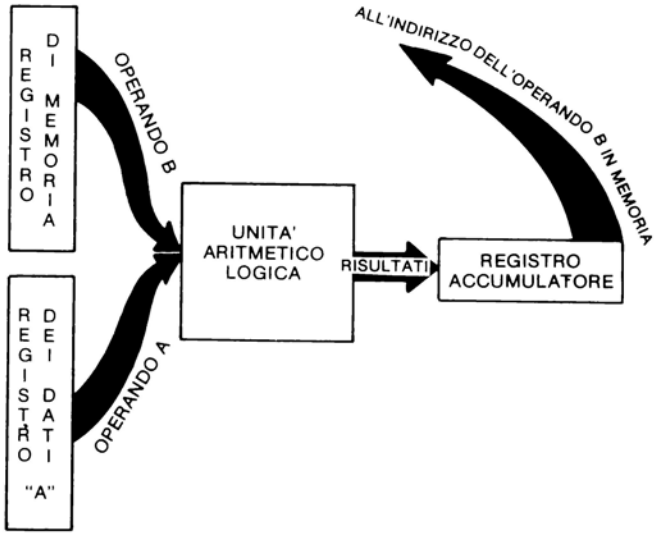
## Premesse ad un'operazione

Il tipico elaboratore qui preso in considerazione consiste in un sistema con istruzioni a due indirizzi. Nelle istruzioni sono distinguibili un codice operativo, un primo indirizzo per l'operando A ed un secondo indirizzo per l'operando B. Per l'esecuzione di un'istruzione ADD (somma), il contenuto dell'indirizzo di memoria e memorizzato provvisoriamente nel registro A. Qui rimane in attesa di essere sommato al contenuto dell'indirizzo di memoria specificato dall'operando B. Tale somma sarà effettuata dall'Unità Aritmetico-Logica (ALU) - detta a volte sommatore.




Il contenuto dell'indirizzo di memoria dell'operando B è prelevato dalla memoria e caricato nel registro di memoria. Dal registro di memoria il dato è inviato direttamente all'ALU. All'atto dell'ingresso nell'ALU di questo dato (il contenuto dell'indirizzo dell'operando B), entra nell'ALU anche il contenuto del registro dell'operando A. Il risultato di questo flusso di dati attraverso l'ALU entra nel registro accumulatore e dall'accumulatore i dati sono caricati nella locazione di memoria occupata originariamente dall'operando B. Perciò il contenuto originale della locazione avente come indirizzo

l'operando B è ora sostituito dal risultato del calcolo eseguito nel corso di questa operazione.



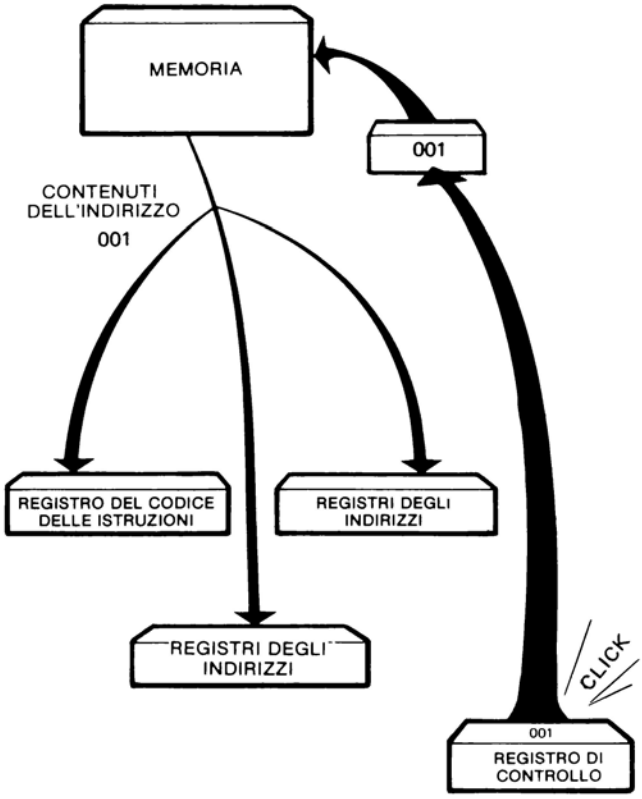

## Unità e loro funzioni

**Registro di Controllo** - La funzione fondamentale del Registro di Controllo è quella di fornire l'indirizzo dell'istruzione. Al pari dei dati, le istruzioni sono contenute nella memoria e, per esserne prelevate quando devono essere usate, devono essere indirizzate. Il Registro di Controllo fornisce alla memoria questi indirizzi indispensabili.

Valendosi di un pannello di controllo sulla console l'operatore impartisce al sistema le istruzioni di caricamento del programma da nastro magnetico, disco magnetico, schede perforate, ecc. in indirizzi di memoria scelti in precedenza.

Di solito le istruzioni di cui è composto un programma sono caricate una di seguito all'altra in questi indirizzi di memoria. Allorchè l'operatore ritiene che tutto sia a posto per far partire il programma, egli preme il pulsante

di "start". Il contenuto del Registo di Controllo è allora trasferito al Registro degli Indirizzi di Memoria. Quando questa istruzione è stata trovata e quindi eseguita, la logica del Registro di Controllo incrementerà il numero dell'indirizzo contenuto nel Registro di Controllo. L'indirizzo è incrementato in modo da diventare l'indirizzo della prossima istruzione di sequenza. Se per esempio, il Registro di Controllo conteneva 000 e l'istruzione successiva della sequenza si tova nella locazione di indirizzo 001, la logica del Registro Di Controllo incrementa l'indirizzo di uno. Ne deriva che, mentre avviene l'esecuzione dell'istruzione memorizzata all'indirizzo 000, l'indirizzo 000 nel Registro di Controllo è incrementato

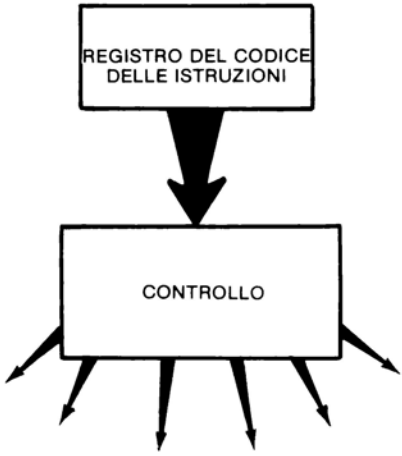



Incrementando l'indirizzo dell'istruzione carica la prossima istruzione.

in modo da assumere il valore 001. Questo nuovo indirizzo (001) è poi trasferito al Registro degli Indirizzi di Memoria e l'istruzione memorizzata in tale locazione di memoria prelevata ed eseguita. Questo processo si ripete, istruzione dopo istruzione, sino al completamento del programma.

**Registri del Codice delle Istruzioni** - L'istruzione è letta dalla memoria in tre registri. Il codice operativo dell'istruzione è posto nel Registro del Codice delle Istruzioni. Gli indirizzi degli operandi A e B dell'istruzione sono introdotti nei loro rispettivi registri.

**Controllo** - La logica di decodifica delle istruzioni (controllo) interpreta le configurazioni di bit presenti nel Registro del Codice delle Istruzioni ed attiva la logica neccessaria ad eseguire l'istruzione in oggetto. Anche se non compare nelle figure, il controllo regola anche la sequenza degli eventi che si verificano nel corso dell'operazione. A causa della sua complessità, una trattazione particolareggiata di questo argomento può essere svolta meglio in sede di studio di un ben determinato elaboratore. nel corso di questa esposizione si farà dunque l'ipotesi che tali funzioni si verifichino nel modo desiderato.




SEQUENZIALITA' E TUTTE LE FUNZIONI LOGICHE DEL CALCOLATORE

**Registro "A"** - I dati memorizzati nella locazione di indirizzo specificato dal registro degli indirizzi A sono caricati dalla memoria nel registro A. A tali dati ci si riferisce come all'operando A. Esso è memorizzato provvisoriamente in questo registro in attesa di passare attraverso l'ALU insieme all'operando B.

**ALU** - L'Unità Aritmetico-Logica consiste nei componenti logici che determinano delle trasformazioni effettive dei dati. Se, per esempio, il Codice delle Istruzioni chiede un'operazione di somma, è l'ALU che provvede a combinare gli operandi A e B per effettuare tale somma.

**Registro Accumulatore** - Il risultato del calcolo aritmetico eseguito dall'ALU è memorizzato provvisoriamente nel Registro Accumulatore e da qui scritto nella locazione di memoria specificata dall'indirizzo dell'operando B. Perciò i dati originali che si trovavano in origine a quell'indirizzo, corrispondente all'operando B, si trovano sostituiti dal risultato di somma (operando A + operando B).

Una volta compresa l'utilità di ciascuno dei componenti dell'unità di elaborazione assunta come esempio, si proverà ad eseguire, in forma schematica, un'ipotetica operazione per seguire le vicende dei dati durante la loro elaborazione.

Si faccia l'ipotesi che l'operatore adoperi il controllo della console per predisporre il caricamento di un programma da un disco magnetico nella memoria dell'elaboratore. Il programma sia caricato nelle locaioni di indirizzo da 000 sino a 1000. Si suppongano pure caricati in memoria nelle locazioni di indirizzo da 1050 sino a 1500 i dati che il programma deve elaborare. Nelle tabelle che seguono sono precisate le istruzioni ed i dati che sono memorizzati nelle rispettive locazioni. La tabella della pagina seguente che riporta le istruzioni con riferimento al loro significato, associa al tipo di operazione considerata il risultato di ognuno dei codici delle istruzioni elencate. Nel seguito si faccia riferimento a questa tabella.

## UN TIPICO ELABORATORE

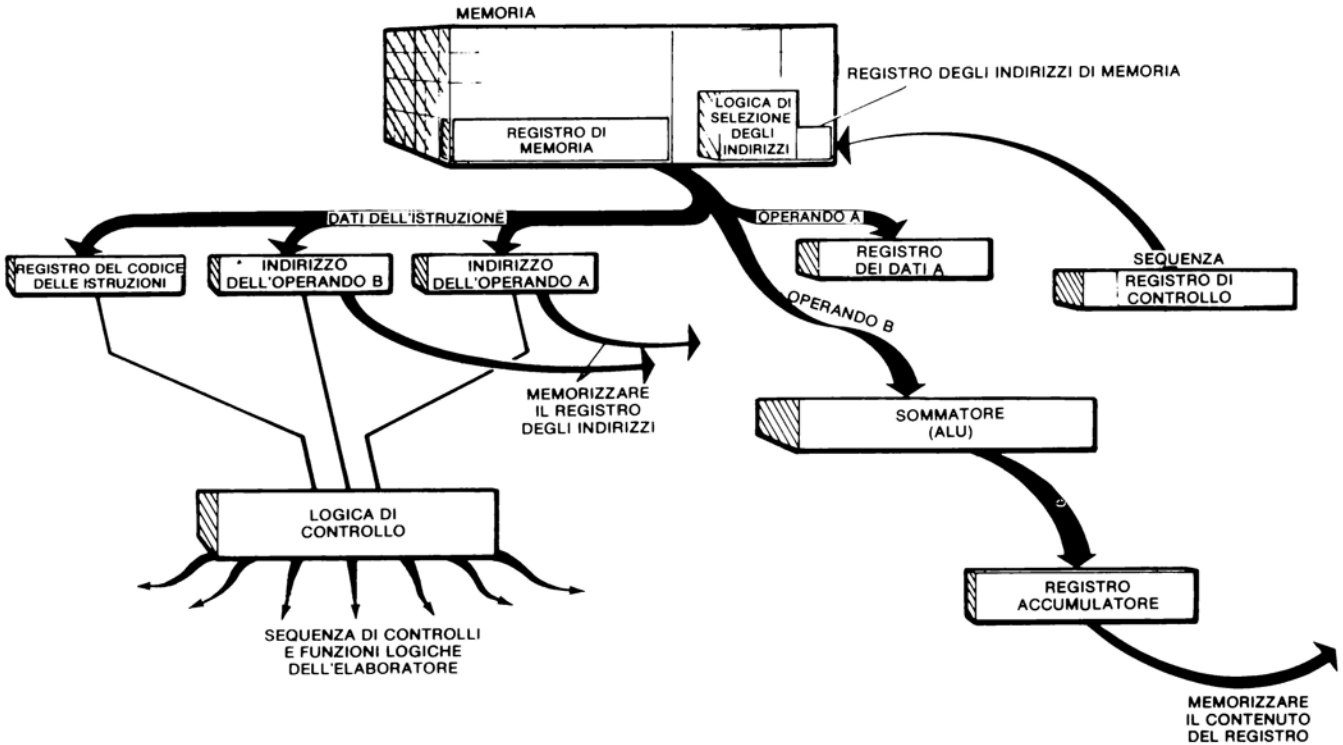


**TABELLA DEL CODICE DELLE ISTRUZIONI**

| Codice delle istruzioni (Codice Mmemonico) | Configurazione Binaria del Codice delle Istruzioni | Spiegazioni |
|---|---|---|
| ADD | 00001 | Somma i contenuti dell'indirizzo dell'operando B e dell'indirizzo dell'operando A |
| SUB | 00010 | Sottrai il contenuto dell'indirizzo dell'operando A dal contenuto dello indirizzo dell'operando B |
| | | ecc. |

**DATI IN MEMORIA**

| | | Codice dell'istruzione | | Indirizzo | |
|---|---|---|---|---|---|
| Locazione dell'indirizzo | Contenuti (Valori Decimali) | Locazione dell'indirizzo | (Configurazione Binaria) | Operando A (Valori | Operando B Decimali) |
| 1050 | 3 | 000 | 00001 | 1051 | 1052 |
| 1051 | 5 | 001 | 00001 | 1050 | 1053 |
| 1052 | 4 | 002 | 00010 | 1051 | 1054 |
| 1053 | 6 | | | | |
| 1054 | 3 | | ecc. | | |
| 1055 | 2 | | | | |
| ecc. | | | | | |

Si supponga che tutti i registri siano azzerati (si faccia riferimento all'illustrazione del modello di elaboratore), che cioé essi contengano tutti zeri. Il registro di controllo, in tal caso, contiene l'indirizzo 000.

Quando l'operatore preme il pulsante "start" sulla console, l'elaborazione prende il via e procede secondo questa sequenza:

NOTA: Nella trattazione che segue vi sono delle domande alle quali si dovrebbe essere in grado di fornire una risposta. Tali risposte sono riportate nella pagina delle risposte al termine del capitolo sotto l'intestazione "Elaboratore Tipico". La descrizione che segue è riferita all' illustrazione di Elaboratore Tipico.

- Indirizzo nel Registro di Controllo - L'indirizzo nel registro di controllo, che è ora 000, è caricato nel Registro degli Indirizzi di Memoria. I dati nella locazione di indirizzo 000 sono allora trasferiti dalla memoria nel Registro della Memoria e quindi trasferiti nei rispettivi registri delle istruzioni, cioè: Registro del Codice delle Istruzioni, Registro dell'Operando A, registro dell'Operando B. Qual'è il tipo di operazione richiesto da questa istruzione? (1) _____.

- Codice Operativo - La logica di controllo interpreta il codice operativo che si trova nel Registro del Codice delle Istruzioni e attiva la logica neccessaria ad eseguire tale istruzione.

- Registro dell'Operando "A" - L'indirizzo contenuto nel Registro dell'Operando A è trasferito nel Registro degli Indirizzi di Memoria. I dati memorizzati nella locazione a questo indirizzo sono letti dalla memoria e trasferiti nel Registro dei Dati A. Quali sono i dati attualmente contenuti nel Registro dei Dati A in seguito a questo passo dell'operazione?(2) .....

- Registro dell'Operando "B" - L'indirizzo contenuto nel Registro dell'Operando B è trasferito nel Registro degli Indirizzi di Memoria. Qual'è questo indirizzo? (3) _____. I dati memorizzati nella locazione di memoria avente questo indirizzo sono letti dalla memoria e trasferiti nel Registro di Memoria. Questi dati corrispondono all'operando B.

- Unità Aritmetico-Logica - I contenuti del Registro dei Dati A e del Registro di Memoria (operando B) sono trasferiti nel sommatore attraverso gli ingressi A e B.

- Registro Accumulatore - Il risultato dell'addizione eseguita dalla logica del Sommatore è trasferito nel Registro Accumulatore. Quale sarà il contenuto del Registro Accumulatore? (4) _____.

- Il contenuto del Registro Accumulatore è trasferito nel Registro della Memoria e questi dati sono scritti

nella locazione di memoria specificata dall'indirizzo che si trova nel Registro degli Indirizzi di Memoria. Qual'è l'indirizzo attualmente presente in questo registro? (5) _____.

- Registro di Controllo - Nel corso di questo processo la logica del Registro di Controllo incrementa di uno l'indirizzo contenuto nel Registro di Controllo. Qual'è il nuovo indirizzo? (6) _____.

(7) 000 = _____

(8) 1051 = _____

(9) 1052 = _____

L'elaboratore a questo punto prosegue ripetendo la medesima sequenza operativa. Esso dà inizio alla successiva operazione caricando l'indirizzo contenuto nel Registro di Controllo (001) nel Registro degli Indirizzi di Memoria. Utilizzando le domande seguenti come traccia si provi ad illustrare il flusso dei dati nel corso di ognuno dei passi relativi alla prossima operazione. Per ciascuno dei passi si legga prima la domanda, quindi, tenendo presente il seguente schema, si risponda alla domanda prima di affrontare il passo successivo. Via che si procede si controlli ogni risposta con quelle elencate nella pagina delle soluzioni al termine del capitolo.

**Passo 1:**
Qual'è il nuovo indirizzo contenuto attualmente nel Registro degli Indirizzi di Memoria? _____

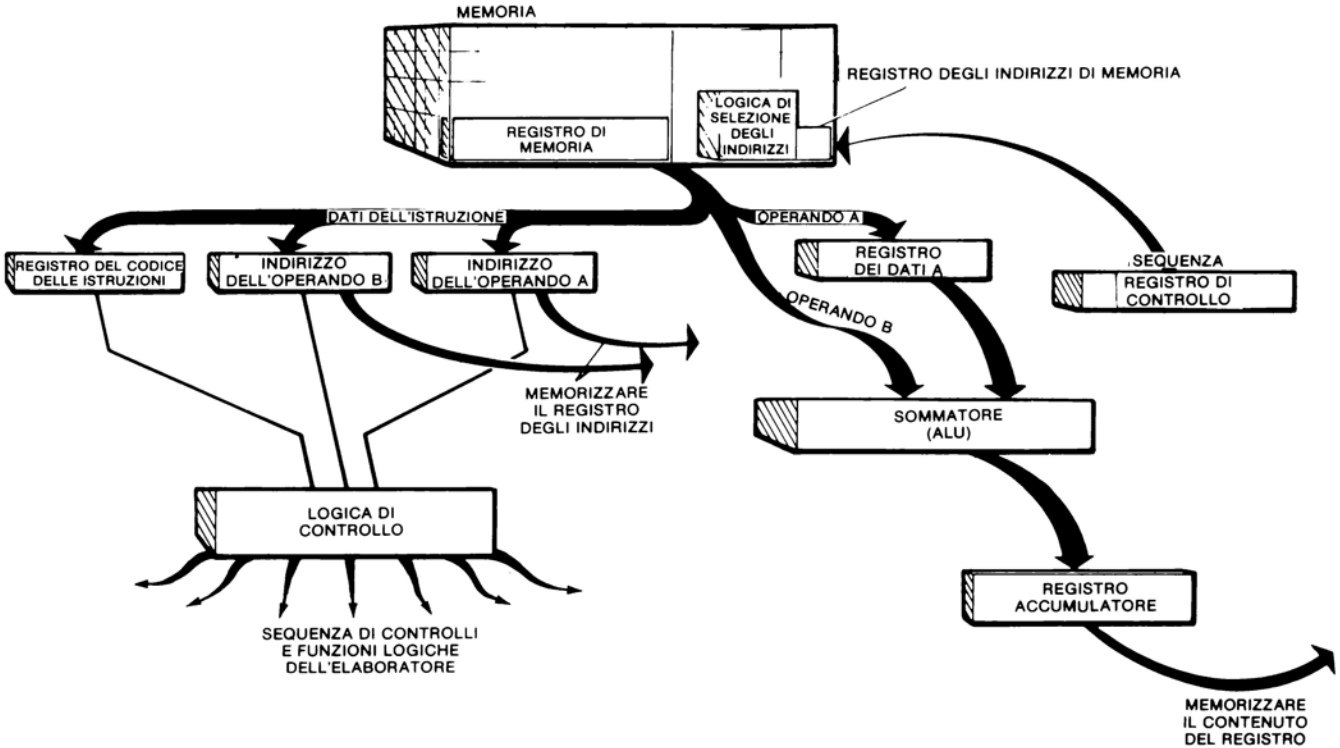
**Passo 2:**
Quali dati si trovano attualmente nei tre registri delle istruzioni?

Codice dell'Istruzione = _____

Indirizzo A = _____

Indirizzo B = _____

## UN TIPICO ELABORATORE



**Passo 3:**
Quale tipo di operazione deve essere eseguita?

_____

**Passo 4:**
Quale indirizzo è contenuto attualmente nel Registro degli Indirizzi di Memoria? _____

**Passo 5:**
Quali sono i dati caricati nel Registro dei Dati A?

_____

**Passo 6:**
Quale indirizzo è ora caricato nel registro degli Indirizzi di Memoria? _____

**Passo 7:**
Dov'è memorizzato attualmente l'operando B?

_____

**Passo 8:**
Da dove provengono i dati trasferiti all'ALU?

_____

**Passo 9:**
Quali dati sono caricati nel Registro Accumolatore?

_____

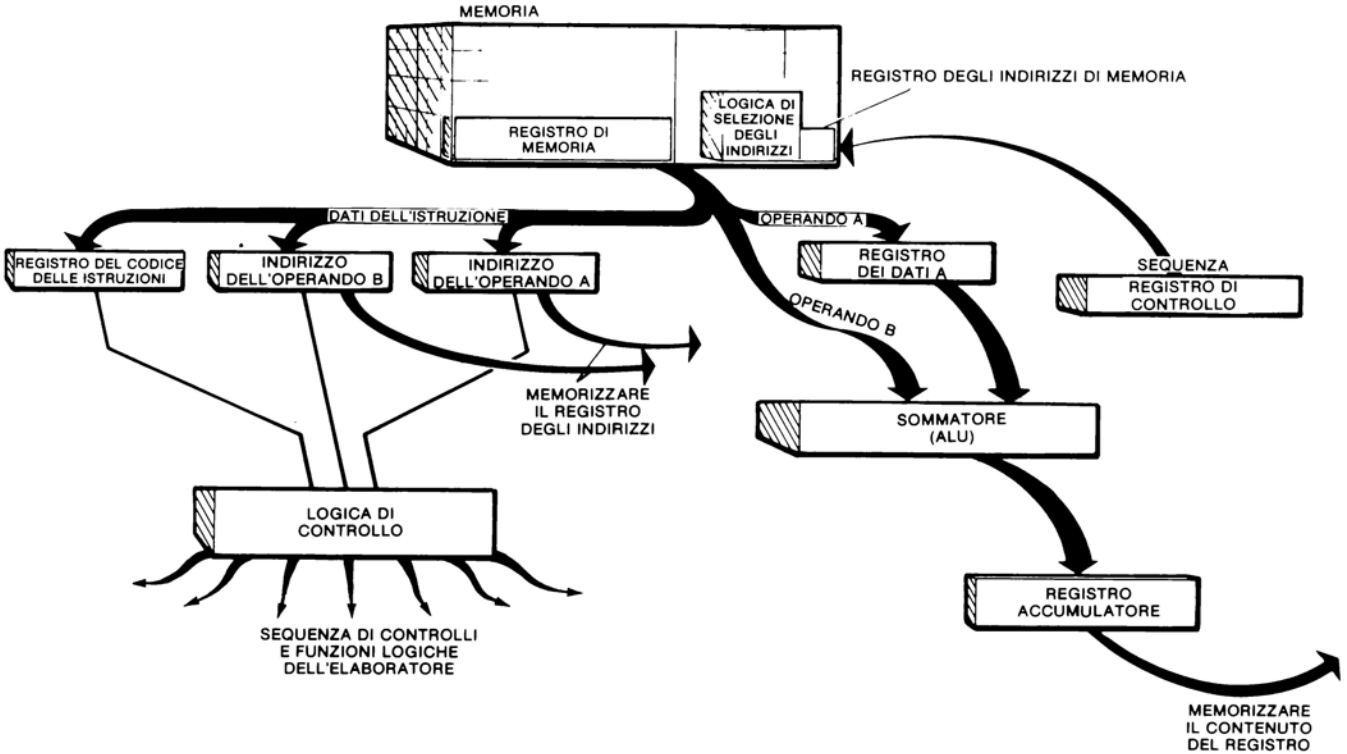
**Passo 10:**
Qual'è l'indirizzo della locazione di memoria nella quale saranno memorizzati i dati del Registro Accumulatore?

_____

**Passo 11:**
Quale indirizzo si trova contenuto nel Registro di Controllo al termine di questa sequenza di operazioni?

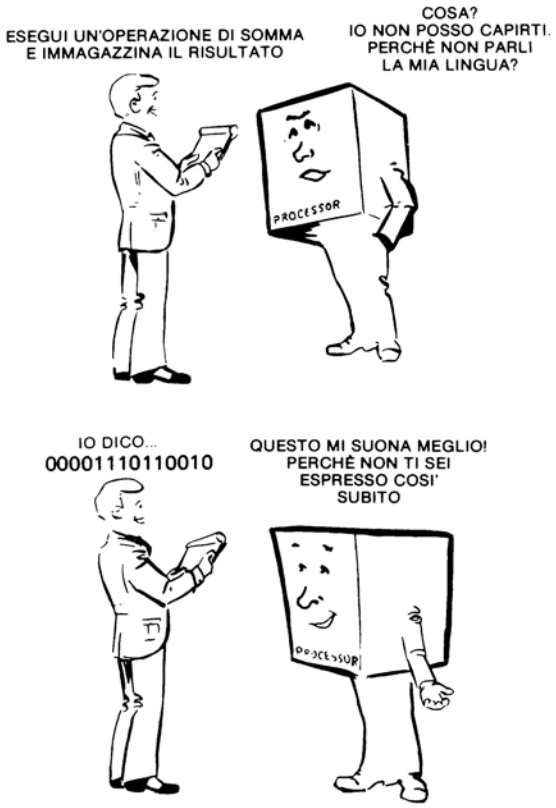
_____

## UN TIPICO ELABORATORE



## TRADUZIONE DEL PROGRAMMA

Affinché i componenti fisici di un sistema per l'elaborazione elettronica dei dati siano in grado di risolvere un problema qualsiasi, il programmatore deve essere capace di comunicare alla macchina i comandi o istruzioni che egli ha stabilito. Sia i dati che le istruzioni sono memorizzati nel calcolatore in configurazioni di bit 1 e 0. I caratteri rappresentati da questi bit formano il linguaggio del calcolatore, detto *linguaggio macchina* o anche *linguaggio assoluto*. Benché i programmatori possano, come talvolta succede, comunicare con il calcolatore direttamente in linguaggio macchina, il processo di scrittura delle istruzioni per il calcolatore in forma binaria è prolisso e porta via molto tempo.

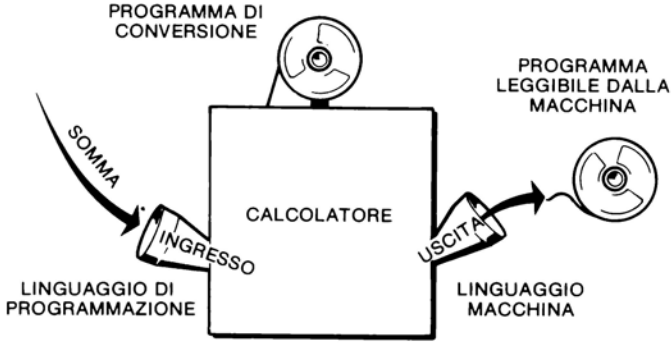


A causa di queste difficoltà che il linguaggio macchina presenta, sono stati messi a punto degli altri linguaggi, detti *linguaggi di programmazione*, con una struttura simile all'inglese oppure di tipo matematico.

Per valicare il fossato che divide il linguaggio di programmazione, si ricorre ad uno speciale tipo di programma per la conversione che deve fornire al calcolatore le istruzioni neccessarie per trasformare le operazioni scritte nel linguaggio di programmazione in effettive istruzioni per la macchina.

## Programmi di conversione

I tipi di programma scritti appositamente per convertire il linguaggio di programmazione in linguaggio macchina sono di svariati tipi. Nelle applicazioni, si carica nella macchina uno di questi programmi, dopodiché il programmatore introduce il programma da lui scritto in linguaggio di programmazione. In conseguenza delle istruzioni del primo programma, la macchina provvede da sé alla conversione delle istruzioni scritte in linguaggio di programmazione nelle equivalenti istruzioni in linguaggio macchina. Tali istruzioni sono registrate su nastro magnetico, o disco, oppure qualche altro supporto come risultato della "passata" (run). Ne risulta globalmente che il programmatore fornisce in ingresso un programma scritto in linguaggio di programmazione




Programmando il computer con un programma di conversione esso sarà in grado di produrre un programma leggibile della macchina da uno scritto in linguaggio di programmazione

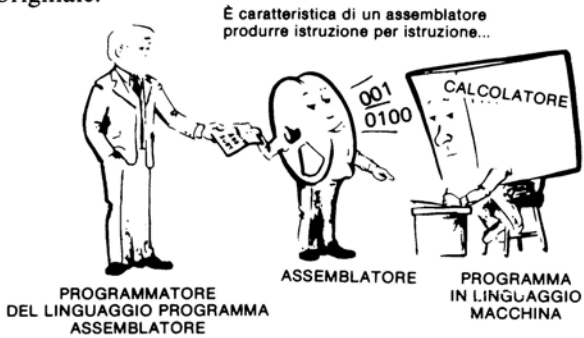
e la macchina provvede in uscita quello stesso programma in linguaggio macchina.

A questo punto il programmatore può utilizzare il programma in linguaggio macchina per risolvere il problema per il quale egli aveva scritto il programma originario.

Due tipi diffusi di programmi per la conversione, che eseguono la funzione di cui si è appena detto, sono i Programmi Assemblatori e i Programmi Compilatori.

## Programma Assemblatore

Un programma assemblatore e anche più semplicemente *assemblatore*, converte un programma scritto in forma simbolica simile all'Inglese in un programma in linguaggio macchina. Un programma assemblatore traduce elemento per elemento, cioè produce un programma avente lo stesso numero di istruzioni del programma originale.

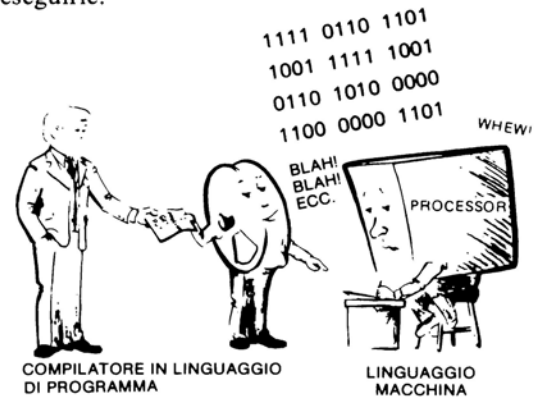



NOTA: La descrizione qui tracciata dei programmi assemblatori è fortemente schematica. L'idea base è che un programma assemblatore faccia corrispondere istruzione a istruzione. Nella pratica reale questo non è completamente vero, in quanto il programma assemblatore può produrre più istruzioni in linguaggio macchina da un'istruzione scritta in linguaggio di programmazione.

## Programma Compilatore

Un programma compilatore, o più semplicemente *compilatore*, al pari dell'assemblatore provvede alla conversione di un programma scritto in linguaggio di program-

mazione secondo un codice di simboli simili all'Inglese in un programma di linguaggio macchina. Un compilatore, tuttavia, differisce da un assemblatore per il fatto che esso genera spesso una *serie* di istruzioni in linguaggio macchina da un'istruzione scritta nel linguaggio di programmazione, che può espandere e tradurre le istruzioni del programma originale dal formato proprio del linguaggio compilatore in quello tipico del linguaggio macchina in modo che il calcolatore possa comprenderle ed eseguirle.




Un compilatore può produrre molte istruzioni in linguaggio macchina per una istruzione in linguaggio di programmazione

Poiché il compilatore contiene praticamente tutte le funzioni dell'assemblatore, esso presenta per il programmatore tutti i vantaggi offerti da un assemblatore, ai quali ne assomma svariati altri. La domanda che a questo punto sorge spontanea riguarda il motivo alla base dell'impiego dei programmi assemblatori.

Il vantaggio fondamentale e unico, che un programma assemblatore offre rispetto ad un programma compilatore è quello di non richiedere che una piccola frazione dello spazio di memoria occorrente ad un compilatore. Sistemi molto piccoli di calcolatori non dispongono di una memoria sufficientemente estesa per poter impiegare un programma compilatore, che, nello svolgimento della sua funzione, occupa una notevole estensione in termini di spazio di memoria. Ne risulta quindi giustificato l'impiego dei programmi assemblatori, grazie ai quali il

programmatore si risparmia quanto meno la noia di trascrivere i codici nel linguaggio macchina. Ciò non toglie che i sistemi di maggior dimensioni impieghino tutti dei compilatori e che, nel caso che il programmatore possa avvalersi di questo tipo di programma, non vi è nessuna ragione per preferire l'assemblatore.

## ESERCIZIO N. 2

Negli appositi spazi si scriva la lettera corrispondente alla descrizione più fedele della voce alla sinistra del numero;

1. _____ Linguaggio Macchina

2. _____ Linguaggio di programmazione

3. _____ Programma per conversione

4. _____ Assemblatore

5. _____ Compilatore

a. Un programma concepito appositamente per generare un programma differente da quello in cui era stato scritto originariamente.

b. Un programma che di solito genera più istruzioni in linguaggio macchina di quante non siano le istruzioni in linguaggio simbolico che sta convertendo.

c. Un linguaggio immediatamente utilizzabile da un calcolatore senza bisogno di essere convertito.

d. Un programma che di solito genera una sola istruzione per ogni istante che sta convertendo.

e. Un linguaggio utilizzato dai programmatori per semplificare la scrittura dei programmi.

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte alla fine del capitolo.

## TEST DI RIEPILOGO DEL CAPITOLO 6

Si risponda a tutte le domande del seguente test. Al termine si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nelle Pagine delle Risposte ai Test di Riepilogo dei Capitoli in fondo al libro. Nel caso che qualcuna delle risposte non sia corretta si ripassi il contenuto di questo capitolo prima di procedere a quelle successive.

Le seguenti sono domande con *scelta tra più risposte*. Per ogni domanda si segni la risposta più corretta con un circoletto intorno alla lettera relativa alla scelta fatta.

1. Un elenco sequenziale dei comandi che impartisce al calcolatore le istruzioni di funzionamento è detto:

   a. Elenco dell'operatore

   b. Programma

   c. "Specification-sheet" (foglio delle caratteristiche)

2. Due parti dell'informazione contenuta in un'istruzione sono:

   a. Il Codice dell'Istruzione e i dati degli operandi.

   b. Il Codice dell'Istruzione e gli indirizzi degli operandi.

   c. Il Codice dell'Istruzione ed il risultato del calcolo aritmetico.

3. Un indirizzo in memoria è:

   a. Una locazione di memoria

   b. Un registro utilizzato per memorizzare il Codice dell'Istruzione.

   c. Un dato contenuto in memoria utilizzato come operando per un'istruzione "add" (somma).

4. (Con riferimento allo schema di un "Modello di Elaboratore Tipico" di questo capitolo) Il Risultato di un'operazione *add* (somma) è trasferito dal Registro Accumulatore nel:

   a. Registro degli Indirizzi di Memoria

   b. Registro del Codice dell'Istruzione

   c. Registro A dei Dati

   d. Nessuno dei registri citati

5. Un programma che di norma genera più istruzioni in linguaggio macchina per ciascuna istruzione in linguaggio di programmazione è:

   a. Un Assemblatore

   b. Un Compilatore

   c. Un programma sorgente

## PAGINA DELLE RISPOSTE

### ESERCIZIO N. 1

1. b

2. a

3. c

### ELABORATORE TIPICO

1. somma

2. 5

3. 1052

4. 9

5. 1052

6. 001

7. 00001 1051 1052
   (Benché questo dato sia stato letto dalla memoria, esso è rimasto invariato ed è ancora registrato magneticamente in questa locazione di memoria).

8. 5 (Si veda la spiegazione a proposito della risposta precedente).

9. 9 (Al posto del primitivo contenuto di questa locazione di memoria è stato registrato il dato proveniente dal registro accumulatore).

   **Passo 1**

   001

## (PAGINA DELLE RISPOSTE — CONTINUA)

**Passo 2**

0001
1050
1053

**Passo 3**

add (somma)

**Passo 4**

1050 (indirizzo dell'operando A)

**Passo 5**

3

**Passo 6**

1053 (indirizzo dell'operando B)

**Passo 7**

Nel Registro della Memoria

**Passo 8**

Il Registro della Memoria
Il Registro A dei dati

**Passo 9**

9

**Passo 10**

1053

## (PAGINA DELLE RISPOSTE — CONTINUA)

### Passo 11

002

## ESERCIZIO N. 2

1. c
2. e
3. a
4. d
5. b

CAPITOLO 7

# Alcuni Concetti sui Sistemi di Elaborazione

## INTRODUZIONE

Nei capitoli precedenti si è appreso come si effettua il trattamento dati per mezzo di circuiti elettronici. I diversi componenti descritti - contatori, registri, sommatori, ecc. sono impiegati in varie combinazioni da qualsiasi apparecchiatura elettronica di trattamento dati, sia essa una piccola calcolatrice da tavolo o un calcolatore di dimensioni gigantesche.

Questo capitolo si occupa in forma più specifica delle apparecchiature elettroniche adibite all'elaborazione e trattamento dei dati su vasta scala. Per questo tipo di applicazioni si usa riunire in un sistema comune più unità, ciascuna delle quali è destinata ad un compito specifico. Una disposizione del genere costituisce quello che normalmente è detto un sistema di elaborazione dati.

Questo capitolo contiene la descrizione di alcune delle unità fondamentali che contribuiscono a realizzare un sistema e tratta inoltre molti argomenti teorici relativi al funzionamento sia delle singole unità che del sistema cui le unità stesse appartengono.

Queste conoscenze potranno servire da base per un successivo addestramento su di un qualsiasi calcolatore, in quanto permetterranno di avere ben chiaro il ruolo che ciascuna di esse svolge nella totalità del sistema.

## OBIETTIVI

Al termine di questo capitolo si dovrebbe essere in grado di:

- Spiegare il concetto di un'interruzione
- Conoscere la funzione delle seguenti unità in rapporto alla totalità del sistema di appartenenza:

  Lettore di Schede
  Unità a nastri
  Unità a dischi

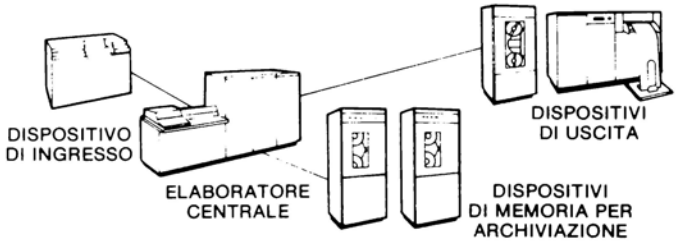
## UNITA' DI INPUT - OUTPUT (INGRESSO - USCITA)

### Sistemi di elaborazione dati

Un sistema computer è del tutto attrezzato per elaborare elettronicamente grandi quantità di dati. Proprio come il calcolatore, che da solo non può fare nulla senza le istruzioni impartitegli dal programmatore, neppure un sistema siffatto è in grado di elaborare i dati in informazioni dotate di significato, se altri elementi dell'apparecchiatura non lo alimentano dei dati neccessari e comunicano all'operatore l'informazione da esso elaborata. In ogni calcolatore, perciò, deve avvenire l'introduzione di qualche informazione e, di conseguenza, devono essere presenti dei dispositivi di ingresso e devono esserci dei rapporti prodotti da dispositivi di uscita.

Il fine principale di un dispositivo di ingresso è quello di introdurre i dati e le istruzioni nella memoria del calcolatore che deve elaborarli. Poichè non sempre questi dati si presentano in forma adatta ad essere utilizzati immediatamente, sono neccessarie alcune unità di ingresso, come dispositivi per la lettura o per la codifica dei dati, che traducano i dati prelevati dai supporti usati in ingresso in linguaggio macchina. Il calcolatore vero e proprio è detto *unità di elaborazione centrale* (central processing unit = CPU) ed è al suo interno che, seguendo le istruzioni del programmatore, avvengono i calcoli e le decisioni logiche. Le informazioni da leggere e da memorizzare sono poste in uscita da stampati o altri dispositivi

su svariati tipi di supporto. Un calcolatore comprende anche dispositivi per l'archiviazione dei dati che devono essere utilizzati nel corso di un determinato programma. La figura che segue riproduce i componenti la configurazione di un possibile sistema calcolatore.




SISTEMA COMPLETO DI UN CALCOLATORE

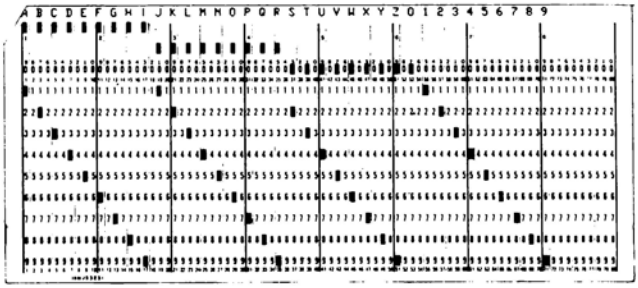
## Dispositivi di ingresso

Come si è già avuto occasione di dire, il compito principale di un dispositivo di ingresso è quello di trasferire programmi ed altri dati all'interno della memoria del calcolatore. I dispositivi che possono essere adibiti a questo scopo sono numerosi. Alcuni, ad esempio, eseguono la traduzione dei dati nel linguaggio della macchina, poiché i dati introdotti non sempre sono in forma adatta per essere utilizzati senza altro dal calcolatore. Altri, per la stessa operazione, si valgono del programma già in memoria. Alcuni dispositivi di ingresso hanno velocità di funzionamento molto inferiori a quella del calcolatore e richiedono l'interpretazione di una unità di accoppiamento, ossia di registri speciali detti *buffer*. Un buffer consiste in un'unità di memoria temporanea che riceve i dati dal dispositivo di ingresso via via che procede la loro lettura. Quando ha esaurito la sua capacità, il buffer invia un segnale all'elaboratore che, in un sol colpo, legge quanto contenuto nel buffer. L'elaboratore è così libero di occuparsi di altri calcoli mentre il buffer lentamente si riempie di nuovo.

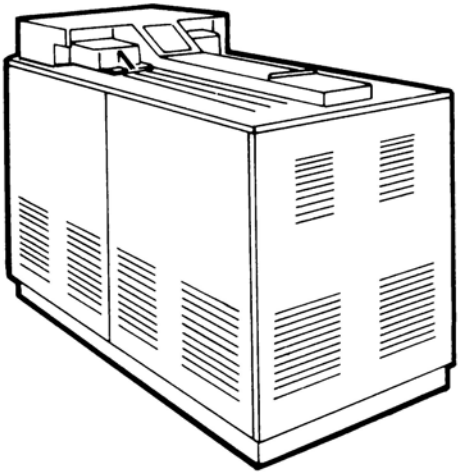
### Schede perforate

Uno dei primi supporti usati per l'ingresso e tuttora utilizzato è costituito dalla scheda perforata. Mediante la

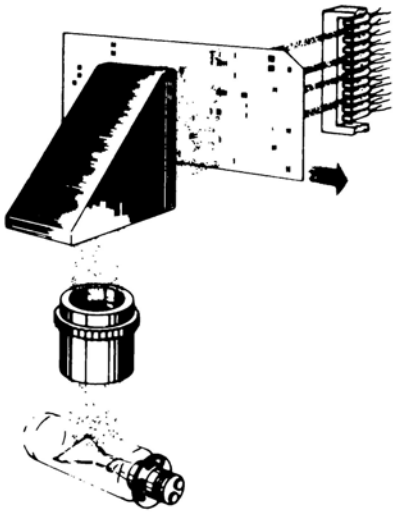
punzonatura di uno o più fori disposti su righe orizzontali, in ciascuna delle colonne verticali di una tale scheda si può perforare un codice dotato di significato.




Le schede perforate sono di facile preparazione, il rilevamente degli errori e la loro correzione sono agevoli e questo supporto rivela tutta la sua praticità se si desidera accedere manualmente ad un archivio. Nella seguente figura è riprodotto un modello di Lettore di Schede in grado di leggere un'intera scheda perforata oppure una sua qualsiasi porzione alla cadenza di 2000 schede al minuto. Questo tipo di lettore è dotato di un sistema ottico che analizza a scansione le schede e trasforma le informazioni ottenute in impulsi elettrici. L'ottica consiste sostanzialmente in una sorgente luminosa, una lente convergente, uno specchietto e le fotocel-

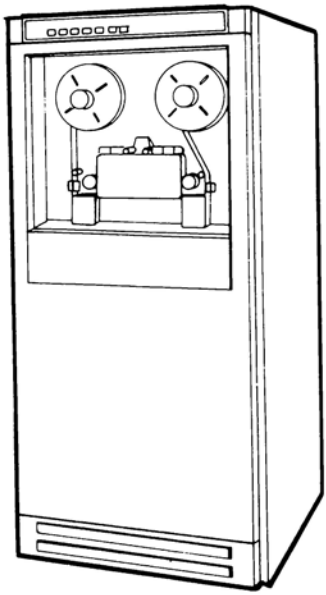


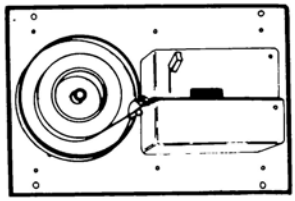
lule così come appare nella figura che segue. A ciascuna riga orizzontale della scheda corrisponde una fotocellula. La luce è concentrata dalla lente convergente e diretta da uno specchietto sulla scheda perforata. Allo spostarsi della scheda di fronte al posto di lettura i fori praticati nella scheda permettono ai raggi luminosi di passare oltre sino alle rispettive fotocellule. L'uscita da queste ultime è amplificata e la relativa informazione trasmessa all'elaboratore con o senza conversione del codice.

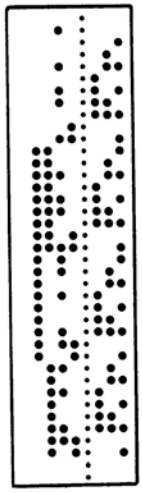


**Nastro perforato**

I lettori di nastri di carta sono capaci di leggere sino a 1500 caratteri al secondo, valendosi di un sistema ottico analogo a quello utilizzato nei Lettori di Schede. Il nastro è perforato con simboli speciali, detti "caratteri di controllo", inseriti tra un segmento e l'altro dell'informazione di ingresso, consentendo la disposizione dei dati in una serie ininterrotta. Rispetto alle schede perforate il nastro in carta consente una memorizzazione più compatta. Lo stesso nastro può essere usato ripetutamente come supporto di ingresso, anche se esso non è cancellabile e se la disposizione dei fori non può essere cambiata a piacere.







Questo lettore si presta egregiamente all'analisi della soluzione pratica data a quattro problemi funzionali tipici di ogni trasferimento dei dati. Le funzioni in oggetto sono:

Un elemento di lettura

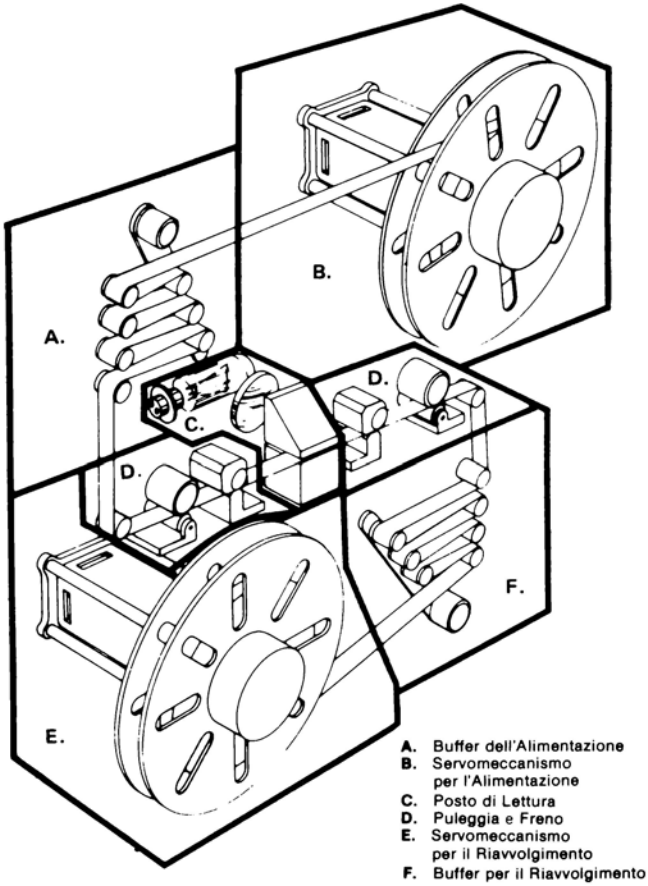
Un elemento di guida/arresto

Un servomeccanismo di alimentazione/riavvolgimento del nastro

Un sistema tampone contro le variazioni di velocità del nastro

Nello schizzo riportato nel seguito sono riprodotti i diversi comparti funzionali con i meccanismi ad essi associati. L'elemento di lettura è di tipo fotoelettrico e funziona in modo del tutto simile a quello già esaminato

a proposito del lettore di schede. Le unità di frenamento in avanti e all'indietro funzionano di comune accordo per fare avanzare il nastro attraverso l'elemento di lettura e per arrestarlo di colpo al momento opportuno. Il servomeccanismo per le bobine funziona in modo indipendente dall'elemento di guida/arresto e la sua funzione è quella di mantenere il buffer rifornito con una lunghezza sufficente di nastro.

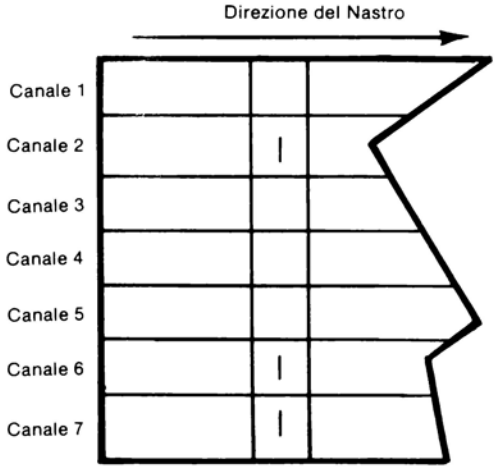



A causa della loro massa e delle loro dimensioni, le bobine non possono avviarsi e arrestarsi così bruscamente come la corta striscia di nastro all'interno dell'elemento di lettura, rendendo perciò neccessaria la presenza del sistema di smorzamento per bilanciare la differenza

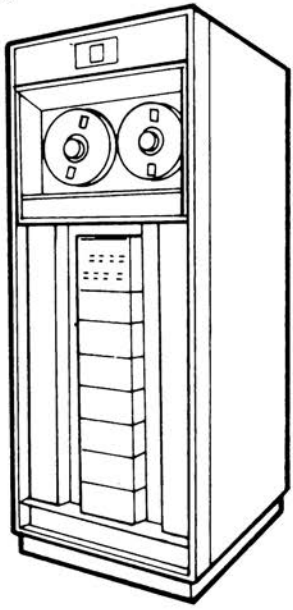
di risposta delle due unità. Tanto il servomeccanismo per l'alimentazione quanto quello per il riavvolgimento hanno identico principio di funzionamento. I motori sono progettati in modo da ruotare nei due sensi e a velocità variabili a seconda del segnale di controllo applicato, generato a sua volta in base alla posizione del braccio del servo-controllo, che appartiene al gruppo del buffer. Quindi al variare della lunghezza del nastro disponibile nel buffer, il servomotore interviene muovendosi in senso tale da ripristinare nel buffer la prescritta lunghezza di nastro.

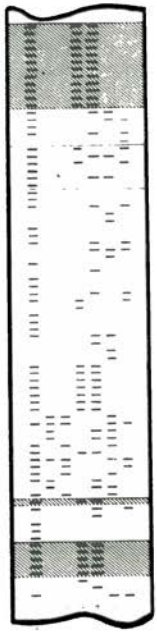
## Nastro magnetico

I nastri magnetici rappresentano probabilmente il supporto più classico di ingresso/uscita per i calcolatori. Il modo di scrivere le informazioni su nastro magnetico è del tutto simile al procedimento di registrazione dei suoni su di un comune registratore. Il nastro è costituito da Mylar, una lega non magnetica, oppure acetato, con un sottile rivestimento di ossido di ferro. Come nei nastri di carta, si assegnano dei valori binari a canali orrizzontali nel senso della larghezza del nastro. La figura che segue riproduce un codice per nastro a sette canali. Nella registrazione dei dati su nastro magnetico, un possibile crite-



rio sarebbe quello di lasciare nello stato normale gli zeri e di fare corrispondere gli uni ai punti magnetizzati. Ciascuna riga verticale costituisce un carattere ed un determinato numero di caratteri una registrazione. La figura che segue riproduce una tipica unità per nastri magnetici ed una striscetta campione di nastro magnetico sulla quale sono state registrate delle informazioni (il nastro è stato trattato appositamente in modo da rendere visibili i punti magnetizzati). Alcune unità possono registrare più bit per pollice (nel senso della lunghezza del nastro) di altre, secondo quella che viene detta *densità di registrazione*.





Le unità per nastri presentano inoltre velocità diverse nel trattamento del nastro. Tali velocità sono comunemente note con il nome di *velocità del nastro*. Il prodotto della densità di registrazione per la velocità del nastro corrisponde alla cosiddetta *velocità di trasferimento*. Ad esempio il prodotto di una densità di registrazione di 800 bit per pollice per una velocità del nastro di 150 pollici al secondo fornirebbe 120.000 caratteri al secondo e, di una unità per nastri aventi queste prestazioni, si direbbe che è capace di una velocità di trasferimento di 120 KC.

## Controllo di parità

Il manipolatore del nastro esegue automaticamente svariati controlli per garantire la regolarità del procedimento di registrazione. Ad esempio, ciascun carattere registrato è sottoposto ad un controllo logico per la determinazione del numero di bit uno registrati presenti in esso. Mediante l'aggiunta eventuale di un bit uno, il numero complessivo dei bit uno di ciascun carattere può essere zero o pari o dispari. A questo proposito si parla di *parità*. Se il sistema è predisposto per parità pari, si fa in modo che ciascun carattere possieda un numero pari di bit uno, aggiungendo al carattere un bit di parità tale che il numero totale dei suoi bit uno più il bit di parità dia per somma un numero pari. Nel caso che il sistema sia predisposto per parità dispari, vale allora il contrario;il bit di parità servirà per far si che il numero totale dei bit uno del carattere più il bit di parità assommi ad un numero dispari.

Mentre avviene la registrazione del carattere, il sistema dei circuiti logici "esamina" la configurazione dei bit e stabilisce se insieme al carattere si debba o no registrare un bit di parità uno. A registrazione avvenuta, un sistema di circuiti logici riesamina la configurazione dei bit badando a che il numero totale dei bit uno registrati sia effettivamente pari o dispari (a seconda del sistema) come dovrebbe. A questo procedimento si dà il nome di controllo di parità. Seguendo gli stessi criteri una verifica della parità è effettuata anche in senso longitudinale, cosicchè, se la parità non risulta soddisfatta o in senso orizzontale o in quello verticale, all'operatore del calcolatore è segnalata una condizione di errore. Benché la sua efficenza non sia proprio assoluta, la verifica della parità garantisce un'affidabilità elevata.

NOTA: La tecnica di rilevamento degli errori mediante controllo di parità è adottata in parecchie unità di vario genere adibite al trasferimento ed alla registrazione dei dati e sarebbe sbagliato pensare che la parità interessi solo la registrazione su nastro magnetico.

## ESERCIZIO N. 1

Si scriva negli appositi spazi la lettera associata alla frase più pertinente al termine numerato di sinistra.

| | |
|---|---|
| 1. Dispositivo di Ingresso__ | a. Consente un facile accesso manuale |
| 2. CPU__ | b. Un sistema di prova automaticamente eseguita dai circuiti elettronici per accertare che i dati siano stati registrati correttamente |
| 3. Dispositivo di Uscita__ | c. Il mezzo utilizzato per introdurre i dati nella memoria del calcolatore |
| 4. Archivio di Schede Perforate__ | d. Un'unità di memoria provvisoria |
| 5. Buffer__ | Il prodotto della densità di registrazione per la velocità del nastro. |
| 6. Velocità di trasferimento_ | Unità di Elaborazione Centrale |
| 7. Verifica della parità__ | g. Il mezzo mediante il quale il calcolatore trasmette delle informazioni al mondo esterno |

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine del capitolo. In caso di mancata concordanza per qualcuna di esse, si rileggano le ultime pagine.

## MEMORIZZAZIONE SU NASTRO DELLE REGISTRAZIONI

Le registrazioni sono memorizzate su nastro magnetico in ordine sequenziale secondo un formato prestabilito (come per esempio, in base ad un numero d'ordine) e nel medesimo formato sono ordinate le relazioni scambiate con la registrazione principale. La ragione di questo è che, se si provano ad elaborare i dati in ordine casuale (senza nessuna disposizione prestabilita), il manipolatore del nastro dovrebbe percorrere l'intera bobina per ogni registrazione, il che comporterebbe parecchi spostamenti del nastro in avanti e all'indietro. Se, invece, sia l'archivio principale che quelli che scambiano con esso delle informazioni sono ordinati con lo stesso criterio, il manipolatore del nastro, per trovare una corrispondenza, dovrebbe muoversi soltanto in avanti. Questo genere di elaborazione riduce al minimo gli spostamenti del nastro in quanto il manipolatore non deve mai far marcia indietro alla ricerca di una registrazione nella sezione di nastro già percorsa. Questo genere di elaborazione è detto elaborazione sequenziale.

Le registrazioni stanno sul nastro magnetico a blocchi e raggruppamenti, separati da brevi tratti vuoti della lunghezza approssimativa di 3/4 di pollice. Questi vuoti non contengono nessuna informazione e hanno la funzione di separare fisicamente tra di loro le registrazioni. Nel leggere dal nastro l'informazione, il manipolatore del nastro deve essere fatto partire da un punto di arresto ad una velocità che consenta la lettura ed in seguito rallentato sino all'arresto, a lettura terminata. Gli spazi vuoti tra i blocchi che permettono questa forma di avviamento e di arresto senza lasciare passare nessuna informazione significativa. Il tempo occorrente all'avviamento e all'arresto sono detti tempo di accelerazione e di decelerazione. Per evitare che questi tempi assumano un rilievo indesiderato, come avverrebbe se le registrazioni fossero lette una alla volta, queste ultime sono raggruppate in blocchi, la lettura dei quali è effettuata in una volta sola determinando un cospicuo risparmio in termini di tempi di avviamento e di arresto. Il raggruppamento a blocchi determina inoltre un risparmio di spazio sul nastro, poiché elimina gli intervalli vuoti che altri-

menti ci sarebbero tra una registrazione e l'altra. Il criterio del raggruppamento è utilizzato altresì nella scrittura delle informazioni da memoria a nastro. L'accesso alle singole registrazioni è possibile all'interno del blocco una volta che questo si trova in memoria.

Il numero di registrazioni contenuto in un blocco può, come in effetti succede, variare da un'applicazione all'altra in base a quanto specificato dal programmatore. La dimensione dei blocchi, trova un limite nelle capacità dell'hardware, nel senso che per la maggior parte degli elaboratori esiste un limite superiore per la dimensione dei blocchi che essi sono in grado di utilizzare. Nella determinazione della dimensione dei blocchi intervengono inoltre la capacità della memoria oppure la massa dei dati occorrenti per un determinato programma. Per il programmatore vale la regola di mantenere i blocchi più grandi possibile.

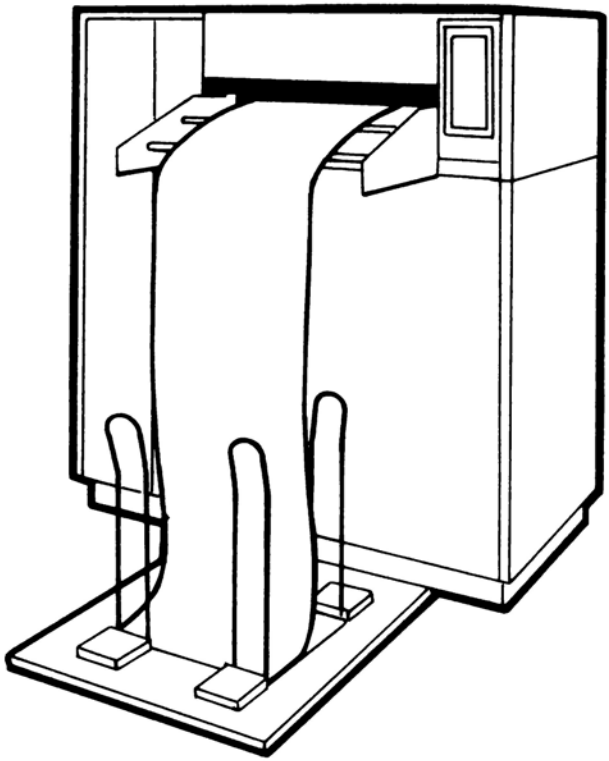
Al principio e alla fine di ogni bobina di nastro vi sono diversi piedi di nastro vuoto detti rispettivamente leader (inizio) e trailer (coda). La loro presenza è giustificata da esigenze relative al montaggio della bobina sul manipolatore in modo da agevolare all'operatore del calcolatore l'avvolgimento del nastro. È inoltre presente un'etichetta esterna per il riconoscimento a vista delle bobine da parte degli addetti alla nastroteca, agli operatori del calcolatore e ai programmatori. In aggiunta a quella esterna, la maggior parte dei programmatori di nastri si serve di un'etichetta registrata magneticamente per garantire un sicuro riconoscimento della bobina.

## Dispositivi di uscita

Quanto compare in uscita da un calcolatore rappresenta l'informazione utile che costituisce il risultato dell'elaborazione. Esso può presentarsi in varie forme, secondo l'uso che ci si propone di farne. Similmente ai dispositivi di ingresso, alcuni dispositivi di uscita impiegano come unità di accoppiamento dei buffer, per consentire all'elaboratore di trasmettere una data quantità di informazioni al buffer e di ritornare quindi ad occuparsi d'altro mentre il buffer è impegnato nella trasmissione delle informazioni all'unità di uscita.

**Stampante**

Il dispositivo di uscita più diffuso che si trova accoppiato al calcolatore è un'unità stampate. Valendosi di fogli e moduli con l'intestazione opportuna, il calcolatore può dirigere la stampante nella produzione di resoconti, verifiche, elenchi, qualsiasi tipo insomma di informazione che si ritenga opportuna. Una tipica unità stampante è riprodotta nella figura che segue.



A differenza di una macchina per scrivere, che stampa un carattere per volta, le stampanti possono effettuare la trascrizione di un'intera riga in una volta sola, permettendo di raggiungere velocità di scrittura molto elevate. La stampante deve altresì essere in grado di rilevare le condizioni di fine-pagina e di esaurimento dei fogli. La carta per le stampanti si presenta generalmente come un foglio unico con linee perforate tra una pagina e l'altra per facilitarne la successiva separazione. La condizione

di fine pagina consiste in un segnale di avviso per lo spostamento (a scorrimento valido) del foglio per evitare la stampa lungo le linee perforate. La condizione di esaurimento dei fogli fa si che la stampane trasmetta all'elaboratore un segnale di "not ready" che blocca le operazioni di stampa. Ogni qual volta si verifica questa condizione esegue una routine appositamente programmata per evenienze del genere, sino a che non sia stata caricata nuova carta. il programmatore può scegliere che l'elaborazione si arresti, continui nella elaborazione oppure esegua qualche altro lavoro.

### Altre uscite (considerazioni supplementari)

Quanto il calcolatore pone in uscita non consiste in soli stampati, ma anche in nastri e schede perforate. L'uscita può inoltre essere presentata su un display - come un tubo a raggi catodici. Questo metodo, congiuntamente ad un procedimento di copiatura, su un supporto fisico, può servire per una registrazione permanente di quanto presente sul video. L'uscita può anche consistere nell'aggiornamento dell'archivio principale memorizzato su nastro o disco magnetico. Inoltre una forma minore di uscita può avvenire tramite la console del calcolatore, limitata generalmente a messaggi da programma inviati all'operatore del calcolatore per consentirgli di seguire lo svolgimento del programma. Infine, ciò che un programma del calcolatore pone in uscita può essere utilizzato come ingresso per un altro programma.

## Archiviazione

La memorizzazione a scopi di archivio può essere considerata come una forma particolare di ingresso/uscita. Quando infatti l'elaboratore pone in uscita delle informazioni su nastri magnetici, dischi, nastri e schede perforate, queste informazioni possono essere impiegate come materiale di ingresso per altre operazioni future dell'elaboratore. Un'altra possibilità si verifica quando l'uscita è destinata a fungere da ingresso per un altro elaboratore. Perciò se l'uscita consiste in dati memorizzati provvisoriamente all'esterno dell'elaboratore, in attesa di essere utilizzati di nuovo sul medesimo elaboratore (in un'altra occasione), si può ritenere che si tratti di una memorizzazione ad uso archivio.

## ESERCIZIO N. 2

Si tracci un circoletto intorno alla lettera che contrassegna la risposta più pertinente alle seguenti domande:

1. Per ridurre il numero degli spostamenti in avanti e all'indietro del nastro:

   a. Le registrazioni sono organizzate sul nastro in blocchi.

   b. Si lascia uno spazio vuoto tra un blocco e l'altro delle informazioni sul nastro.

   c. Le registrazioni sono registrate in ordine sequenziale sul nastro.

2. Per ridurre il numero delle partenze e degli arresti effettuati sul manipolatore del nastro:

   a. Le registrazioni sono organizzate sul nastro magnetico in blocchi.

   b. Si lascia uno spazio vuoto tra un blocco e l'altro delle informazioni sul nastro.

   c Si cerca di tenere la dimensione dei blocchi la più piccola possibile.

3. Il tempo di accelerazione e quello di decelerazione equivalgono a:

   a. La velocità di trasferimento.

   b. I tempi per la messa in movimento e l'arresto.

   c. La dimensione degli spazi vuoti.

Alle domande che seguono bisogna rispondere Vero o Falso:

4. Nella registrazione su nastro delle informazioni, non esiste alcun limite alla dimensione dei blocchi.

5. Per consentire all'elaboratore di trasmettere ad un'unità di uscita un blocco di informazioni, si usa talvolta un buffer. _____

6. Riguardo alla stampante il termine *scorrimento* si riferisce allo spostamento della carta. _____

7. La memoria principale della CPU può essere classificata come una memoria ad uso archivio. _____

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine di questo capitolo.

### Periferiche

Se le unità di ingresso e di uscita sono parti fisicamente distinte rispetto all'elaboratore al quale prestano assistenza - alloggiate cioé in separati contenitori - ad esse compete il nome di unità *periferiche*; in pratica infatti, una unità periferica è qualsiasi unità di un calcolatore collegata "via cavo" all'elaboratore. Questi cavi di collegamento delle unità periferiche con l'elaboratore sono detti *trunk* (linee principali). Un sistema calcolatore completo consiste in una CPU, nelle linee principali e nelle periferiche collegate.

## ORGANIZZAZIONE DI UN SISTEMA CALCOLATORE

Per rendere più facile la comprensione dei principi di organizzazione di un sistema calcolatore, è opportuno riprendere prima in considerazione alcuni aspetti di un calcolatore elementare. Un buon sistema per fare ciò è quello di confrontare un calcolatore con una normale calcolatrice meccanica.

In generale un calcolatore può essere definito come un dispositivo capace di accettare dati e di elaborarli in base alle normali operazioni aritmetiche. Il risultato è posto in un'area di memoria oppure è messo a disposizione dell'operatore.

La stessa definizione può essere valida anche per la più semplice delle calcolatrici meccaniche, con la differenza che una tale macchina, tuttavia, è molto inferiore per capacità di elaborazione aritmetica, velocità e procedure di controllo.

Una calcolatrice meccanica funziona quando uno dei suoi tasti è schiacciato (addizione, sottrazione, totale-,ecc.).

Un calcolatore, invece, è controllato in modo automatico da una serie di istruzioni, cioé da un programma. L'esecuzione di ciascuna delle istruzioni è analoga ad una operazione di una calcolatrice meccanica. Queste istruzioni sono disposte secondo una sequenza logica che è funzione del risultato cercato. In nessun caso un calcolatore può eseguire una funzione che non gli sia stata espressamente ordinata.

L'unità preposta al controllo di un calcolatore è detta processore. È all'interno del processore che si eseguono le operazioni aritmetiche e si prendono quelle decisioni che controllano l'esecuzione del programma.

Al pari di una calcolatrice meccanica, per ogni operazione aritmetica il calcolatore ha bisogno di nuovi dati. Con la calcolatrice meccanica questi dati sono impostati sulla tastiera prima che il tasto di controllo sia premuto.

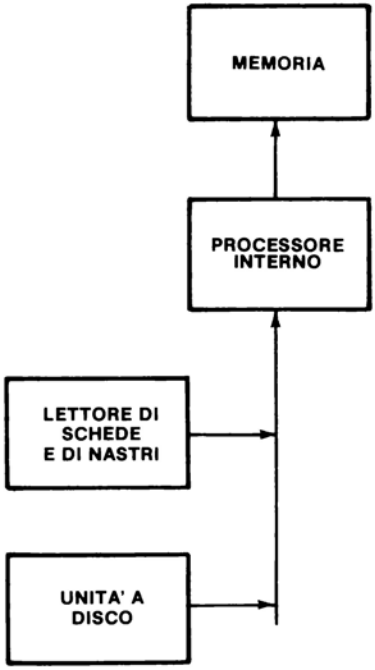
Poiché, d'altra parte, il calcolatore non effettua soste tra un'istruzione e quella successiva, i dati devono essere introdotti in una fase precedente all'esecuzione del programma.

Un calcolatore tipico è quindi corredato di un mezzo rapido per l'introduzione dei dati, quale, ad esempio, un lettore di schede, un lettore di nastri perforati e magnetici oppure un'unità a dischi.

Come per la calcolatrice meccanica, la logica interna del processore non presenta nessuna ulteriore capacità di memoria per i dati all'infuori di quella strettamente neccessaria a trattare i dati dei quali avviene l'elaborazione, per questa ragione è prevista un' unità interna di memoria.

I dati letti dall'unità (o dalle unità) di ingresso sono trasferiti nella memoria passando attraverso il processore, e vi rimangono memorizzati in attesa che il programma li utilizzi. La memoria mette a disposizione del processore sia un'area di memoria provvisoria per i dati che un'area per la memorizzazione del programma. Ogni istruzione è letta dalla memoria ed eseguita conformemente alle neccessità.

Poichè non è conveniente avere una memoria interna




tanto estesa da contenere tutti i dati neccessari come pure tutti i programmi che devono essere utilizzati, sono neccessari altri metodi per la memorizzazione dei dati e per l'accesso alla memoria, tra i quali si ricordano gli archivi a nastro magnetico e a dischi magnetici.

Mentre nelle calcolatrici meccaniche, il risultato dell'elaboratore è stampato sull'apposito nastro di carta, il calcolatore si vale di svariati dispositivi di uscita - come perforatrici di schede, perforatrici di nastri, unità a nastro e a disco magnetico e stampanti superveloci.

Sebbene le periferiche utilizzate possano essere più di una ed il processore possa essere molto complesso, non si può fare a meno di notare come un calcolatore esegua in realtà due sole funzioni fondamentali:

- Elabora i dati
- Provvede all'ingresso e all'uscita dei dati.

## COMUNICAZIONI DI INPUT/OUTPUT

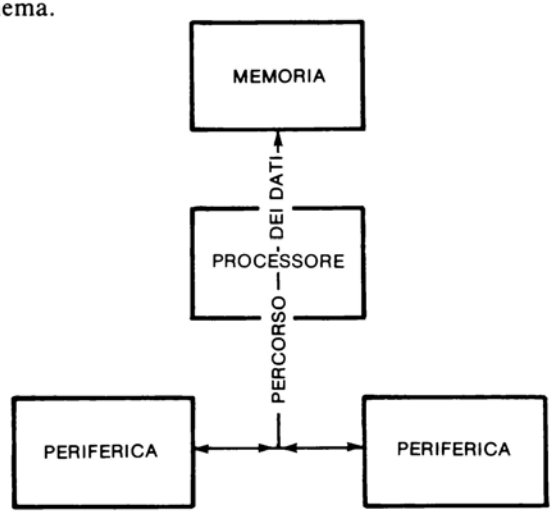
### Accesso alla memoria

Il criterio di funzionamento di un tipico calcolatore che

esegue due funzioni fondamentali è il seguente:

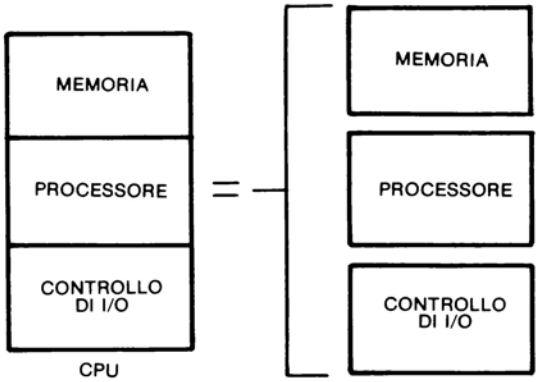
Un "blocco" di dati è introdotto da un'unità di ingresso in una memoria principale esterna. Il processore provvede all'elaborazione passo per passo di questi dati e rimanda i dati alla memoria interna. Dalla memoria interna il blocco di dati elaborati viene trasferito all'unità di uscita mentre avviene l'introduzione di un altro "blocco" di dati da elaborare. Questo ciclo è ripetuto sino al completamento dell'intero lavoro.

Un particolare interessante in questo schema di elaborazione è che le unità di input/output sono unicamente interessate al trasferimento dei dati alla, e dalla, memoria e che, in ogni caso, per giungere nella memoria interna o per lasciarla, i dati seguono un percorso che passa attraverso il processore. Tale aspetto è illustrato dal seguente schema.




Il processore deve potere accedere in continuazione alla memoria per i dati che esso sta elaborando. Poichè l'ingresso, l'uscita ed il processore devono tutti potere accedere alla memoria, internamente al sistema è incorporata una complessa logica di controllo per decidere a chi, istante per istante, spetti l'accesso alla memoria. Questo sistema di circuiti di controllo è detto controllo di I/O (ingresso/uscita). Sebbene il controllo di I/O si trovi nella CPU, talvolta esso è rappresentato simbolicamente da un blocco a parte. Lo schema riportato nel seguito

rappresenta la CPU come costituita da un unico blocco che presenta tre sezioni principali, mentre nel secondo schema le stesse tre sezioni principali della CPU sono disegnate come se ciascuna costitutisse un blocco distinto. La seconda rappresentazione del sistema circuitale sarà quella preferita nel seguito, per descrivere in modo più immediato il percorso seguito dai dati attraverso il calcolatore.




## Livelli di controllo

Si può concludere, a questo punto, che un sistema calcolatore tipico consiste in una memoria, un processore e varie unità di ingresso/uscita. L'eleboratore e le unità di ingresso/uscita chiedono in continuazione di potere accedere alla memoria, sia per prelevare dati che per introdurveli. In ogni caso la memoria può soddisfare soltanto una richiesta per volta - o all'elaboratore oppure da una unità di ingresso o di uscita -, per cui si rende necessario un controllo per stabilire un sistema organizzato ed efficiente che soddisfi le esigenze di accesso di ciascuna delle unità che ne facciano richiesta.

Il processore costituisce il controllo centrale di supervisione. Esso infatti interpreta l'istruzione del programma e determina quali funzioni di input/output occorrano. Rende quindi operante quella funzione inviando un'istruzione al livello di controllo successivo: il controllo di input/output (controllo di I/O). Il controllo di I/O, dunque, sovrintende a che la funzione di ingresso/uscita possa essere effettuata indipendentemente dal

controllo diretto del processore lasciandolo così libero di procedere nell'elaborazione accedendo alla memoria in base alle sue necessità. Nel frattempo il controllo di I/O coordina il funzionamento delle unità di ingresso o uscita, per esempio, nella ricerca dei dati richiesti o nella individuazione dell'esatta locazione dove registrare i dati, in un archivio a nastri per esempio. Il livello finale di controllo, quello che è parte integrante dell'unità stessa per controllare il meccanismo di guida del nastro ecc., adempie alla sua funzione in accordo con l'istruzione ricevuta dal controllo di I/O.

Quando l'unità di I/O è effettivamente pronta per accedere alla memoria per ricevere o inviare i dati occorrenti, il controllo di I/O invia all'elaboratore un segnale apposito, che avrà come conseguenza l'arresto delle operazioni in corso da parte del processore e il permesso di accedere alla memoria per l'unità di I/O. Tale procedura è detta *interruzione* o anche interrupt.

Grazie alla tecnica di interruzione, il calcolatore può essere utilizzato con maggiore efficienza, dato che il processore opera in modo molto più rapido che non le unità di I/O. L'elaboratore, per esempio, può funzionare a velocità misurabili in termini di nonosecondi (bilionesimi di secondo) mentre anche le più veloci tra le unità di I/O non arrivano a superare velocità di funzionamento dell'ordine di millisecondi (millesimi di secondo). È dunque evidente che l'elaboratore è in grado di eseguire un numero grandissimo di operazioni nel tempo occorrente alla unità di I/O per predisporsi a ricevere o a inviare i dati richiesti. L'elaboratore rimane in attesa per il solo intervallo di tempo neccessario all'effettivo trasferimento dei dati.

## ESERCIZIO N. 3

Si risponda alle seguenti domande scrivendo nello spazio apposito se l'affermazione è vera oppure falsa.

1. Un calcolatore è un dispositivo capace di accettare dei dati e di procedere alla loro elaborazione. _____
2. Poiché tra l'esecuzione di un'istruzione e quella della successiva il calcolatore non effettua nessuna pausa, i

dati devono essere introdotti nel calcolatore prima che il programma li richieda. _____

3. Un lettore di schede si impiega come mezzo di uscita dal calcolatore. _____

4. Tutta l'area di memoria dati di un sistema calcolatore è contenuta nell'unità interna di memoria. _____

5. In linea di principio, le due funzioni svolte da un calcolatore sono l'elaborazione dei dati ed il loro trasferimento in ingresso e in uscita. _____

6. Gran parte dell'elaborazione dei dati è eseguita dalle unità di I/O del sistema. _____

7. L'accesso alla memoria interna del sistema avviene sotto il controllo diretto dell'unità di I/O interessata. _____

8. Il termine *interrupt* è usato in relazione al criterio per cui l'elaboratore interrompe il trasferimento dei dati tra un'unità di I/O e la memoria interna. _____

9. L'efficenza della tecnica di interrupt è conseguenza della differenza di velocità di funzionamento tra l'elaboratore e le unità di I/O. _____

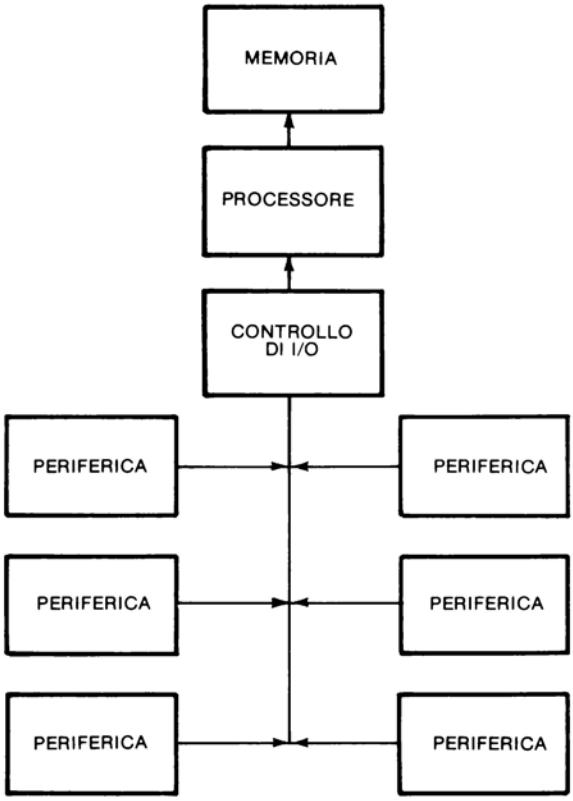
Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

## Controllo di Ingresso/Uscita

Mentre sin qui si è trattato di un calcolatore elementare, si prenda ora in considerazione un sistema più complesso, in cui le unità di I/O siano più di una, per esaminare gli aspetti teorici.

I sistemi di maggiore estensione sono in grado di eseguire contemporaneamente più operazioni distinte di I/O impiegando la tecnica di interrupt. Tale facoltà permette di sfruttare il sistema più intensivamente, in quanto il processore è utilizzato in modo più completo. Inoltre il sistema ha a disposizione una scelta varia di

operazioni di I/O, con vantaggio per la flessibilità del sistema. Ad esempio, grazie a questa flessibilità, il programmatore potrebbe fare in modo che il sistema impieghi nel corso della medesima operazione, diverse unità a nastro magnetico, un lettore a dischi, uno di schede e, magari, altre unità ancora.




Si può ora iniziare ad avere un quadro completo del sistema in funzionamento - con il processore che lavora in base a dati attivi contenuti in memoria -, del prelievo di dati dalla memoria, delle variazioni effettuate su di essi e del loro ritorno in memoria. Le unità di I/O si occupano intanto di trasferire alla memoria nuovi dati da elaborare, prelevando dalla memoria i dati già elaborati per memorizzarli in archivio o stamparli in uscita, ecc.

Nell'arco di questo processo avviene l'esecuzione di due funzioni principali: l'elaborazione dei dati presenti

nella memoria ed il controllo del trasferimento dei dati tra le unità di I/O e la memoria. È quindi del tutto evidente che la memoria principale non costituisce altro che un'area di deposito ad accesso rapido per quei dati che sono in corso di elaborazione; un'unità, cioè, nella quale i dati possono essere raggiunti a velocità compatibili con quella del processore - consentendo al processore di prelevare, elaborare e depositare i dati senza ritardi. In ogni caso, in conseguenza della limitata capacità della memoria, le unità di I/O devono prelevare ininterrottamente da essa i dati già elaborati per fare spazio a nuovi dati che le unità di I/O vi trasferiscono perché siano elaborati.

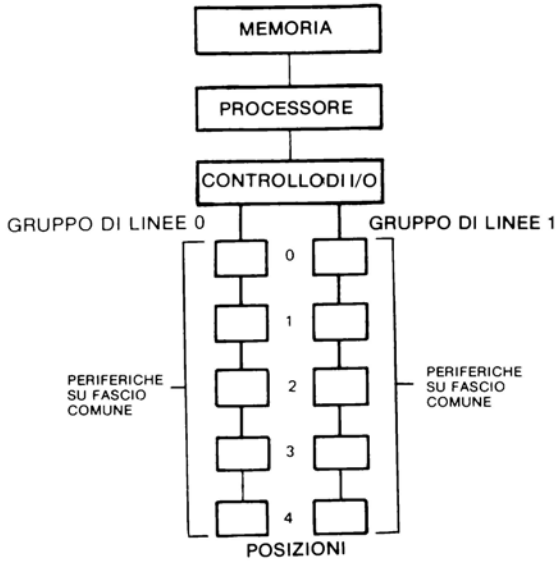
Il compito del controllo di I/O acquista una complessità crescente via via che cresce il numero di unità di I/O del sistema. Il controllo di I/O, infatti, deve decidere istante per istante quale unità di I/O può avere accesso alla memoria. Il controllo di I/O si comporta, praticamente, come un vigile che diriga il traffico ad un incrocio molto movimentato, decidendo quale traffico possa procedere e quale debba stare fermo in attesa. Analoga è la situazione del controllo di I/O che dirige le varie unità di I/O e l'elaboratore per quanto riguarda il loro accesso alla memoria.

Si osservi ora come il controllo di I/O si regola nell'assolvere il suo compito di controllore dell'accesso alla memoria. Quali sono cioè i fattori da valutare per decidere a quale unità spetti la precedenza sulle altre che dovranno rimanere in attesa? Quale tipo di comunicazioni si scambiano il controllo di I/O e le unità di I/O? Per mezzo di che cosa avviene il trasferimento dei dati tra le unità di I/O e la memoria?

Per dare una risposta a queste domande è bene prendere in considerazione un calcolatore tipico. Sebbene il funzionamento di altri sistemi possa presentare alcuni lievi differenze rispetto a quelle del sistema qui considerato, queste nozioni sono sufficienti a formare una discreta conoscenza di base della teoria del trasferimento dei dati tra la CPU e le sue periferiche.

La logica del controllo di Ingresso/Uscita che risiede nella CPU controlla ogni comunicazione processore/periferiche. Queste comunicazioni avvengono mediante

l'impiego di collegamenti a cavo tra le periferiche e la CPU, detti *linee principali* (trunk). Il sistema in esame presenta due di queste linee, secondo la disposizione illustrata nella figura che segue.

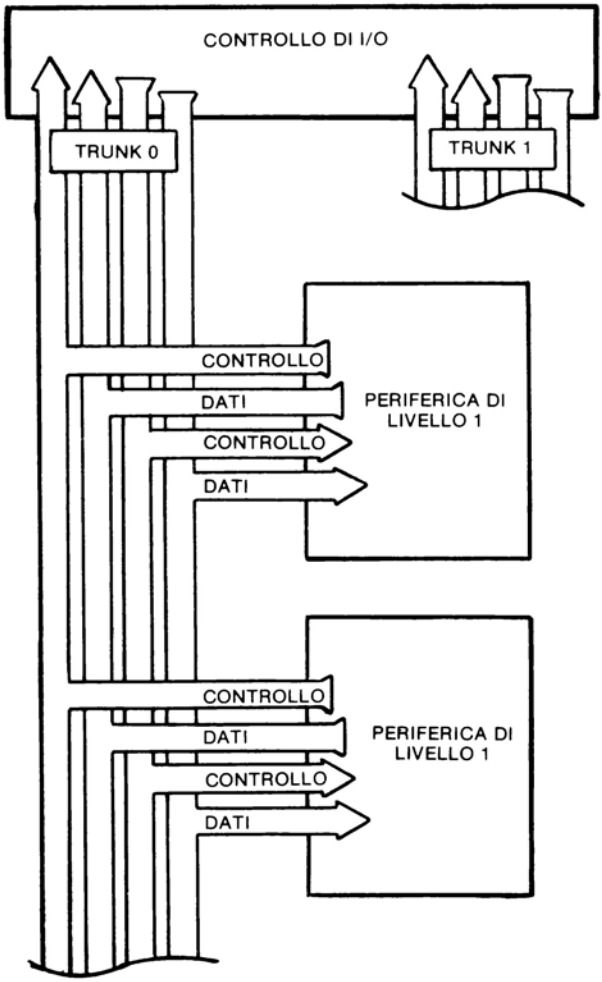



## PRINCIPI RELATIVI ALLE LINEE (TRUNK) COMUNI

Tutte le operazioni con le periferiche possono essere divise in due fasi: selezione della periferica, trasferimento dei dati e termine del trasferimento dei dati. Le comunicazioni tra il processore e le periferiche avvengono mediante l'impiego di due linee. Nel sistema tipico qui considerato a ciascuna linea possono essere collegate sino a otto periferiche come appare nella figura precedente.

Internamente a ciascuna linea, (trunk), vi sono quattro gruppi di linee per le informazioni. Tali linee sono adibite ai segnali di controllo per l'ingresso, al trasferimento dei dati in ingresso, ai segnali di controllo per l'uscita ed al trasferimento dei dati in uscita. La figura che segue riproduce schematicamente questa disposizione.

Queste linee per il controllo e per i dati portano le informazioni necessarie a comunicare con *tutte* le perife-




riche allacciate alla medesima linea (trunk). Poiché queste linee sono comuni a tutte le periferiche, questa disposizione è detta del tipo a *linee comuni* (common trunk). Poiché le linee appartenènti al gruppo di linee (trunk) sono comuni a tutte le periferiche, di volta in volta è possibile accedere ad una sola periferica tra quelle interessate dal gruppo. Inoltre a causa di questo criterio del gruppo comune, tutte le operazioni di I/O sono attivate da un unico comando e nella CPU occorre soltanto un gruppo di logica di controllo.

### Trasferimento dei dati

Si immagini che l'elaboratore debba autorizzare un'operazione di I/O. Quando il programma fa richiesta per un'operazione di I/O, l'elaboratore interpreta l'istruzione e seleziona di conseguenza la periferica voluta. Nell'effettuare la selezione, il processore invia il numero del gruppo di linee (trunk) di quella periferica, il numero della posizione nel gruppo corrispondente a quell'unità e tutte le restanti informazioni neccessarie alla periferica per portare a termine il trasferimento dei dati. Dopo avere inviato l'ordine di dare inizio all'operazione di I/O, il processore esegue l'istruzione successiva del programma e continua con le istruzioni che seguono sino al momento in cui la periferica prescelta non sia pronta a trasferire i dati. A questo punto la periferica invia al processore una richiesta di servizio, sotto forma di un segnale detto richiesta del canale. Come il processore riceve questa richiesta di servizio, porta a termine la funzione che sta eseguendo in quel momento e, subito dopo, permette l'accesso in memoria alla unità di I/O che ne ha fatto richiesta, permettendo che avvenga il trasferimento dei dati. Avvenuto che sia il trasferimento dei dati, il processore ritorna alla propria funzione di elaborazione interna.

In alcuni sistemi, questa procedura di trasferimento dei dati, nella forma appena descritta, si ripete in occasione del trasferimento di ciascun carattere. Questo è giustificato dal fatto che le unità di I/O operano ad un ritmo talmente lento rispetto al processore che, anche se quest'ultimo deve essere interrotto un gran numero di volte, il ricorso a questa tecnica permette in pratica un'efficenza ben superiore, in quanto il processore può eseguire parecchie istruzioni nell'arco di tempo occorrente all'unità di I/O per predisporsi al trasferimento di ciascun carattere dei dati.

### Controllori

Le periferiche di un gruppo di linee comune possono essere di due tipi: Periferiche di 1° livello e periferiche di 2° livello.

Le periferiche che occupano le posizioni direttamente collegate ad un gruppo di linee comuni sono dette Perife-

riche di 1° livello. Queste periferiche non hanno bisogno di un'apposita unità di controllo per il loro funzionamento, dato che esse possiedono già la logica neccessaria per comunicare direttamente con il controllo di I/O nella CPU.

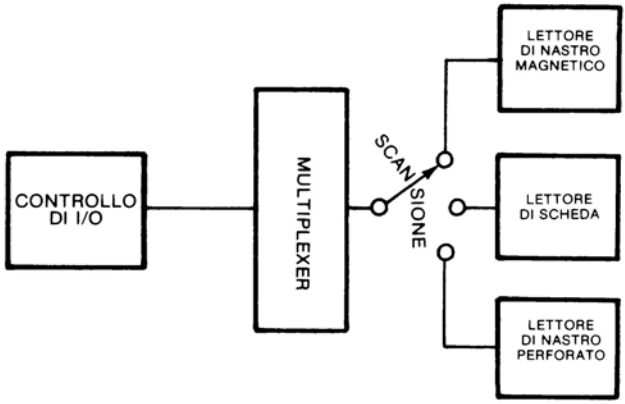
Una periferica di 2° livello, invece, non possiede questa logica. Unità del genere sono progettate per funzionare con un'unità che le controlli, detta controller o controllore, occupante nel gruppo di linee comune una posizione di 1° livello. Nel corso del funzionamento la periferica di 2° livello comunica con il controller che, a sua volta, comunica con il controllo di I/O della CPU.

Un controller è in grado di controllare il funzionamento di varie unità di 2° livello. L'impiego dei controller elimina la neccessità di una logica di controllo particolare per ogni periferica di 2° livello.

## Multiplexing

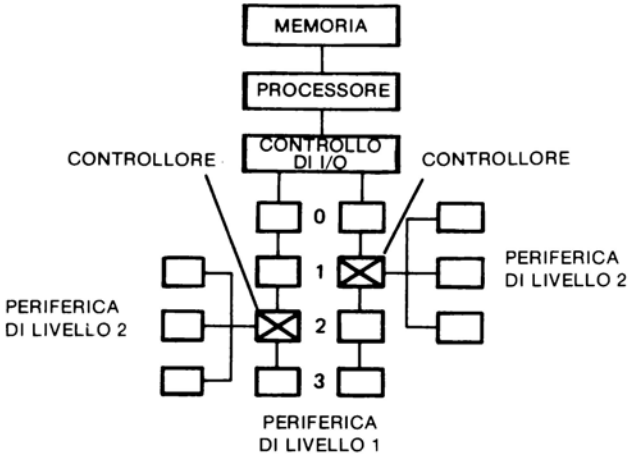
Un'altra tecnica alla quale si ricorre in un sistema calcolatore a proposito del trasferimento dei dati da diverse sorgenti verso un punto comune è quella basata sul multiplexing. Il multiplexing (letteralmente multiplessaggio) consiste nel time-sharing effettuato da un controllo di I/O molto veloce, al fine di poter servire insieme un certo numero di unità periferiche più lente. Se, per esempio, il controllo di I/O fosse adibito solamente al controllo di un'unità a nastro magnetico, un lettore di schede o un'unità a nastro perforato, esso sarebbe utilizzato in modo assai scarso. Funzionando, infatti, a velocità tanto più elevata rispetto a ciascuna delle unità per la maggior parte del tempo. Accoppiando invece con un multiplexer queste e altre unità analoghe, il controllo di I/O può servire insieme tutte le unità, secondo la disposizione riportata nella figura che segue.

Fondamentalmente l'unità che esegue la funzione di multiplexing passa continuamente in rapida rassegna lo stato di tutti i segnali delle periferiche collegate. Quando una di queste unità è pronta per ricevere o trasmettere delle informazioni il multiplexer la collega con il controllo di I/O. Quello che in tal modo viene eseguito dal multiplexer non è altro che una funzione "or" con le periferiche. Questo significa che, in un determinato istan-




**Un Multiplexer Esegue una Funzione "OR"**

te, al controllo di I/O sono collegati *o* il lettore di schede *o* l'unità a nastro perforato *oppure* quella a nastro magnetico. Non avviene mai che due o più unità abbiano contemporaneamente accesso al controllo di I/O. In ogni caso, grazie al ripetersi della scansione rapida effettuata dal multiplexer, per ciascuna delle periferiche è come se l'accesso al controllo di I/O fosse illimitato.




## ESERCIZIO N. 4

Si scelga la risposta più pertinente tracciando un circoletto intorno alla lettera corrispondente alla scelta fatta.

1. Una periferica che si impiega in un sistema computer sia per l'ingresso che per l'uscita è:

   a. Un Lettore di Schede

   b. Un Perforatore di Nastri

   c. Un'Unità a Nastri Magnetici

2. La memoria interna è impiegata sopprattutto per memorizzare:

   a. Dati d'archivio

   b. Dati dei quali è in corso l'elaborazione

   c. Dati di cui l'elaborazione è già avvenuta

3. Quando un'unità di I/O segnala di essere pronta a trasferire dei dati alla memoria, il processore:

   a. Completa il programma prima di abilitare il trasferimento

   b. Vuota la memoria per fare spazio ai nuovi dati

   c. Completa l'operazione che ha in corso e quindi permette che avvenga il trasferimento dei dati prima di proseguire nel programma

4. I collegamenti via cavo tra la CPU e le periferiche sono detti:

   a. Canali

   b. Gruppi di linee

   c. Finimenti

5. Un gruppo di linee comune:

   a. Porta i dati solo verso alcune delle periferiche collegate

b. Porta i dati a tutte le periferiche collegate

c. Si limita a trasferire i dati per il controllo

6. Un Multiplexer esegue una :

a. Funzione "or"

b. Funzione "and"

c. Nè l'una nè l'altra funzione

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

## TEST DI RIEPILOGO DEL CAPITOLO 7

Si risponda a tutte le domande del seguente test. Alla fine si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nelle Pagine delle Risposte ai Test di Riepilogo dei Capitoli in fondo al libro. Nel caso che qualche risposta sia sbagliata, si ripassi il contenuto di questo capitolo prima di passare al successivo.

Si riconoscano le affermazioni corrette da quelle errate tracciando un circoletto intorno alla relativa lettera che precede ogni frase.

1. V o F

   Mediante la tecnica dell'interruzione (interrupt) un elaboratore può essere utilizzato in modo più efficente.

2. V o F

   Come memoria principale di un elaboratore si impiega normalmente un lettore di schede.

3 V o F

   Le unità a nastri sono talvolta utilizzate come unità ausiliarie di elaborazione in sostituzione del processore centrale occupato.

4. V o F

   I programmi sono spesso memorizzati su disco magnetico

5. V o F

   Un'unità di multiplexing esegue una funzione *or* in quanto essa concede, di volta in volta, l'accesso all'elaboratore ad una soltanto delle varie unità periferiche.

## PAGINA DELLE RISPOSTE

### ESERCIZIO N. 1

1. c
2. f
3. g
4. a
5. d
6. e
7. b

### ESERCIZIO N. 2

1. c
2. a
3. b
4. Falso
5. Vero
6. Vero
7. Falso

### ESERCIZIO N. 3

1. Vero
2. Vero
3. Falso
4. Falso
5. Vero
6. Falso
7. Falso
8. Falso
9. Vero

### ESERCIZIO N. 4

1. c
2. b
3. c
4. b
5. b
6. a

CAPITOLO 8

# Concetti Relativi ai Sistemi di Terminali

## INTRODUZIONE

Un terminale consiste in un dispositivo che "cattura" dei dati ed è in grado di ricevere tali dati oppure di trasmetterli ad altri terminali e sistemi. Questo capitolo è dedicato alla trattazione dei criteri relativi alla costruzione dei terminali, all'organizzazione dei sistemi di terminali, nonchè al trasferimento dei dati attraverso tali sistemi. Sono altresì spiegati alcuni dei componenti e dispositivi più recenti utilizzati nel progetto delle unità dei sistemi. Grazie a queste nozioni si comprenderanno meglio, secondo una visione globale, le unità costituenti un sistema, nonché le funzioni svolte da ciscuna di esse. Tali nozioni costituiscono inoltre, una preparazione preliminare ad un addestramento particolare su di una qualsiasi unità utilizzata in un sistema di terminali.

## OBIETTVI

Al termine di questo capitolo si dovrebbe essere in grado di:

- Avere ben chiaro cosa si intenda per costruzione modulare
- Conoscere la funzione della TCU in rapporto alla costruzione modulare

- Conoscere la differenza tra trasmissione dei dati sincrona e asincrona

- Avere ben chiaro lo scopo della verifica digit di controllo

- Sapere fornire una definizione dei seguenti criteri di collegamento dati:

  Canale Simplex

  Canale Duplex

  Canale Semi-Duplex

  Call-Up (chiamata)

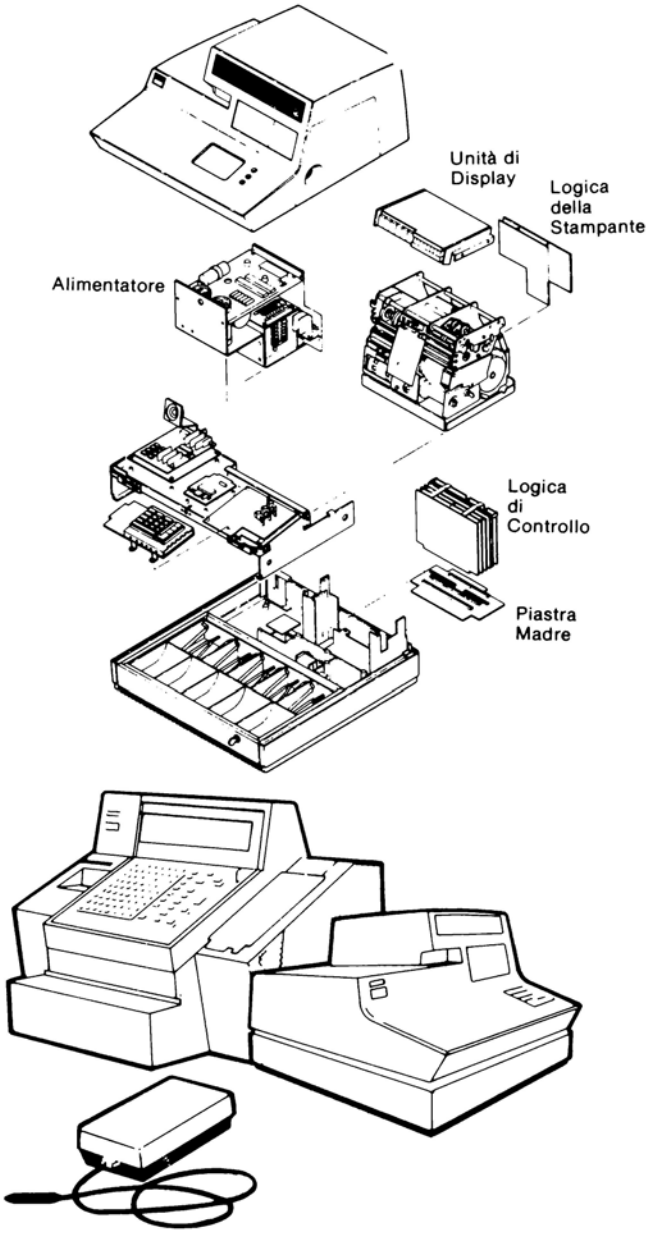
  Hang-Up (aggancio)

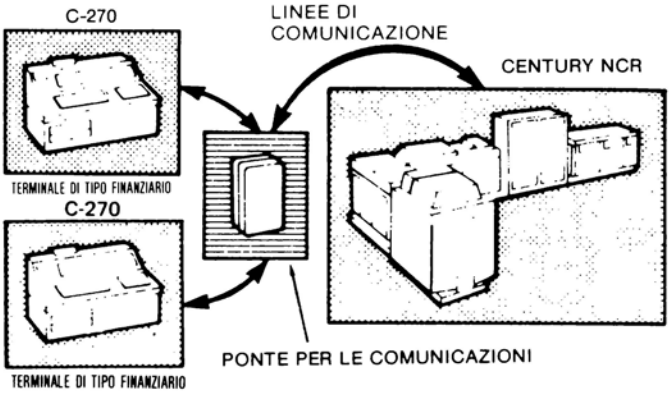
## TERMINALI

Le unità che compongono i sistemi terminali, di solito, sono costituite da sotto-unità dette moduli. Un modulo consiste in un complesso inseribili direttamente, come una tastiera, una stampante, o un clock - contenente dei componenti che svolgono funzioni particolari all'interno di una medesima unità. La funzione di alcuni moduli è quella di espandere le capacità di un'unità senza alterare l'hardware in modo significativo. Le figure che seguono riproducono alcuni terminali con tipici moduli in essi contenuti.

Nella figura che segue si può esaminare l'hardware in un sistema tipico. Nell'esempio scelto i terminali ad uso finanziario fungono da unità d'ingresso per un calcolatore centrale. Tali dispositivi d'ingresso sono in grado di realizzare delle comunicazioni dirette con il processore centrale delle linee di comunicazione apposite, per cui i terminali e il processore non hanno bisogno di essere situati negli stessi luoghi fisici. Questo punto sarà trattato nei particolari più avanti.

Un Terminale

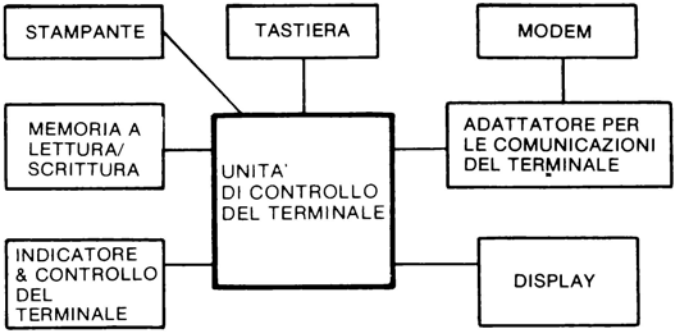





## Packaging (impaccamento)

L'impaccamento riguarda il modo in cui i moduli sono tra di loro combinati a formare un terminale. Il criterio di impaccamento normalmente seguito porta ad un modulo distinto per ciscuna funzione principale che il terminale deve eseguire. Tali moduli possono consistere in dispositivi elettromeccanici come una stampante oppure una tastiera - e possono essere delle piastre inseribili. In ogni caso, tutti i moduli constituenti un terminale sono contenuti in una stesso contenitore comune.

Un tipico impaccamento per terminale consiste nei moduli necessari a svolgere le opportune funzioni, nonché in un modulo di controllo detto unità di controllo del terminale (TCU).




## Unità di controllo del terminale

La TCU consiste in un modulo che controlla le sequenze di scambio dei dati, verifica che non vi siano errori nei

dati introdotti, esegue operazioni aritmetiche, fissa il formato degli stampati e controlla il flusso dei dati tra i moduli.

Il modulo della TCU consiste, fondamentalmente, in un dispositivo elettronico per l'elaborazione dei dati a programma fisso, che controlla il funzionamento dell'unità terminale, in cui esso è posto mediante il suo programma fisso (firmware).

Al programma compete il nome di firmware in quanto esso non costituisce né hardware (disposizione pratica dei collegamenti) - né tuttavia software (programmi normali che possono essere cambiati). Per converso, questo programma è contenuto in una memoria a sola lettura; il programma cioé, non può essere cambiato in quanto non è in alcun modo possibile scrivere nella memoria che contiene questo tipo di programma. Questa memoria a sola lettura (read-only-memory = ROM) è composta di matrici LSI. Il firmware contiene istruzioni e comandi che all'atto della loro esecuzione da parte della logica della TCU, dirigono la sequenza di funzionamento dell'unità associata. Variazioni del programma fisso sono possibili soltanto a patto di sostituire la ROM.

L'introduzione dei dati nel terminale avviene sia in forma elettronica tramite linee di commutazione, sia con procedura manuale tramite un modulo di ingresso. Essi sono, poi inviati alla TCU per essere elaborati oppure trasferiti ad un modulo di uscita quale un visualizzatore o un stampante. Nell'elaboratore dei dati la TCU si vale inoltre dell'assistenza di altri moduli quali la memoria a lettura/scrittura e il controller dell'indicatore terminale.

## Flessibilità dei terminali

La messa a punto di un terminale idoneo ad una particolare applicazione può essere attuata con l'aggiunta ovvero l'abolizione di alcuni moduli oppure mediante variazioni del programma (software). Uno stesso modulo può inoltre presentare schema hardware diverso a seconda delle sue applicazioni. Nella linea di prodotti NCR per terminali, si trovano, ad esempio, parecchie tastiere di diverso genere, tra le quali sia a 10 tasti che alfanumeriche.

I moduli attuano funzioni standard e sono utilizzati

come blocchi di base per la realizzazione dei terminali. Essi possono essere aggiunti oppure tolti senza che il resto del terminale subisca il benché minimo cambiamento. Si estrae un modulo con la stessa facilità con cui se ne può inserire un altro.

In conseguenza di questa attenzione rivolta alla flessibilità e all'impaccamento, fabbricazione, documentazione addestramento e riparazione dei terminali si presentano come procedure tradizionali esclusive. L'analisi dei problemi ne costituisce un esempio in quanto la ricerca dei guasti nei circuiti elettronici è ridotta al mininimo poiché molte disfunzioni possono essere circoscritte ad un determinato modulo - procedendo quidi alla sostituzione della scheda difettosa. L'isolamento dei guasti è semplificato ulteriormente grazie a programmi (detti routine di diagnosi) poste nel firware del terminale (ROM) o nel software. Queste routine predispongono il terminale dell'auto-isolamento delle cause di disfunzioni.

Le routine di diagnosi sono a disposizione del tecnico del terminale, una volto tolto il cassetto del terminale e spostata la posizione di uno switch della TCU. Grazie a questa routine è possibile isolare molte cause di cattivo funzionamento.

Per aiutare ad isolare dei problemi che sfuggono alle normali routine già programmate, esistono dei diagrammi di flusso dettti "bubble flow chart" riportati nei Manuali per l'Assistenza.

## DISPOSIZIONE DEI DATI

Il funzionamento di un terminale si riassume nel trattare al suo interno e nel comunicare a unità esterne dati. Per entrambe queste funzioni il modo in cui i dati sono disposti è comunque importante, in quanto alcune disposizioni sono importanti per le comunicazioni interne dei terminali - mentre altri particolari disposizioni sono importanti per le comunicazioni verso unità esterne.

### Trasmissione dei dati

Le combinazioni di bit impiegate nei terminali sono conformi al codice ASCII, ma la rappresentazione di questi bit per mezzo di segnali elettronici è differente a

seconda del tipo di comunicazione dati utilizzata. Il sistema del codice ASCII è impiegato come base per due tipi di dati utilizzati nel corso delle comunicazioni tra terminali. Tutte le combinazioni di dati all'interno (tra un modulo e l'altro) di un terminale avvengono in modo *sincrono*; ogni carattere, cioè, è trattato in base ad un proprio impulso di clock. Nel seguito di questo capitolo si avrà occasione di fornire altri particolari a proposito di questo tipo di comunicazione.

Invece, la comunicazione dei dati da un terminale ad un'altra unità, tramite le linee di comunicazioni, avviene diversamente, poichè in questi tipi di trasmissione, la comunicazione dei dati è *asincrona*. Questo significa che i dati non sono trasmessi in corrispondenza di propri impulsi di clock e che tra i caratteri non vi è un set time. Mentre il modo sincrono è più rapido di quello asincrono, esso è antieconomico per impieghi su lunghe distanze, per cui entrambi i metodi di trasferimento trovano la loro giustificazione nelle rispettive condizioni di impiego.

## Parità

A causa delle possibilità di errore nel corso della trasmissione, per il controllo di ciascuno dei caratteri trasmessi, si ricorre alla verifica del bit di parità, cioè dell'ottavo bit di un carattere ASCII. Questo bit è aggiunto al carattere in una fase precedente alla sua trasmissione ed è verificato subito dopo la trasmissione. Un carattere che debba essere trasmesso in modo sincrono da un modulo all'altro consiste di otto bit, dei quali sette rappresentano il carattere ASCII e l'ottavo il bit di parità.

Si faccia l'ipotesi che la parità sia dispari, che cioè il bit di parità sia tale (aggiunto o meno al carattere) che il numero di bit "uno" contenuti nel carattere di 8 bit sia dispari. Se nei sette bit dei dati in ASCII esiste un numero pari di bit uno, bisogna aggiungere nell'ottava posizione il bit di parità, come illustrato dalla figura che segue. Si tenga presente che i primi sette bit costituiscono il carattere ASCII e che l'ottavo bit rappresenta il bit di parità controllato. In questo carattere ASCII vi sono due bit bassi e due, naturalmente, è un numero pari. Dunque, per fare diventare dispari il numero totale dei bit bassi,

anche il bit di parità deve essere basso. Di conseguenza il bit di parità, aggiunto agli altri due bit bassi, forma un totale di tre, che è appunto un numero dispari. Allorchè questo carattere è trasmesso la logica che lo riceve provvederà a verificare che il numero totale di bit bassi sia dispari. In caso affermativo, è da ritenersi che il carattere è stato trasmesso e ricevuto in modo corretto - nel corso della trasmissione non è stato perduto o generato per errore alcun bit.

| BIT DI PARITA' | BIT ASCII 7 6 5 4 3 2 1 |
|---|---|
| 1 | 1 0 0 1 0 0 0 |

Se il progetto del sistema prevede la verifica della parità pari, ha luogo lo stesso procedimento, con la differenza che, anziché controllare il bit di parità in modo da avere un numero dispari di bit bassi in ciascun carattere, si controlla il bit di parità in modo da avere un numero *pari* di bit bassi. Naturalmente anche la logica destinata a ricevere i dati trasmessi è progettata per la verifica di un numero pari di bit bassi.

## Dati asincroni

Un carattere asincrono consiste di 10 bit. Il carattere asincrono comprende un bit di start (inizio) alto (logica zero), sette bit ASCII, un bit di parità e un bit di stop (fine) basso. In conseguenza del fatto che questo genere di dati non è sincronizzato, per la delimitazione di ciascun carattere sono impiegati dei bit di start e stop. L'intervallo tra due caratteri è variabile.

| BIT STOP | BIT DI PARITA' | BIT ASCII 7 6 5 4 3 2 1 | BIT START |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 1 1 0 1 1 1 | 0 |

Durante questo intervallo il segnale rimane basso, per cui quando dopo un carattere si riceve un bit alto questo indica l'inizio del carattere seguente.

La parità di un carattere asincrono è *pari* (relativa-

mente agli otto bit compresi tra i bit di start e di stop).

La verifica della parità non costituisce l'unica forma di controllo effettuato per garantire la precisione nella trasmissione dei dati. Ci si vale anche di un altro metodo detto *verifica per blocchi*. I particolari di questo tipo di verifica non sono qui esposti.

## ESERCIZIO N. 1

Si scriva negli appositi spazi vero o falso per ciascuna delle seguenti affermazioni:

1. I terminali si differenziano da tutte le altre unità appartenti ad un calcolatore in quanto essi non curano la disposizione dei bit dei dati conformemente al codice ASCII. _____.

2. Nel ricevere dei dati che le sono trasmessi, la logica può distingure la fine di un carattere e l'inizio di quello successivo in base al tempo intercorrente tra i caratteri. _____.

3. Per permettere il trasferimento dei dati tra i moduli all'interno di una stessa unità, ciascun modulo funziona secondo un clock differente dagli altri. _____.

4. Un carattere trasmesso da un modulo ad un altro all'interno di una stessa unità terminale consiste di otto bit. _____.

5. Un carattere trasmesso da un terminale ad un altro consiste di nove bit. _____.

6. Controllando sulla tabella del codice ASCII riportata nel Capitolo N. 3, si riconosca, scrivendolo nell'apposito spazio, il seguente carattere.

| BIT STOP | BIT DI PARITA' | BIT ASCII 7 6 5 4 3 2 1 | BIT START |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 1 1 0 1 1 1 | 0 |

7. Nella figura relativa alla domanda N. 6 la parità è pari o dispari? _____.

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

## VERIFICA MEDIANTE DIGIT DI CONTROLLO (CHECK DIGIT)

I terminali non soltanto possono effettuare verifiche rivolte a rivelare errori di trasmissione ma anche svolgere controlli sulla validità dei dati all'atto della loro introduzione. Questo tipi di controllo è detto *verifica mediante il digit di controllo*. Numero del tipo numeri di conto-corrente, codici merci e codici di identificazione dell'operatore, sono verificati da un processo aritmetico che si vale di un prestabilito digit di controllo. La verifica mediante digit di controllo (check digit verification = CDV) elimina un'alta percentuale di errori dovuti ad errori nell'introduzione dei dati prescelti.

Dalla verifica mediante digit di controllo ci si vale nel caso che si vogliono rivelare errori nei dati chiave a livello del punto di ingresso. Un tipico errore degli operatori rilevabile dalla CDV è le trasposizione di due digit. Ad esempio l'operatore può avere davanti a se il numero 12345 e introdurre erroneamente il numero 21345, trasponendo in questo caso l'1 col 2. Grazie alla CDV il rilevamento di un tale errore è possibile.

Il criterio di cui si vale la CDV è il seguente:

Si determina un certo gruppo di numeri sui quali si possa eseguire un determinato procedimento aritmetico tale che, indipendentemente dal numero aritmetico al gruppo che si prende, la risposta finale al procedimento aritmetico sia sempre una sola. Qualunque altro numero non appartenente al gruppo darà luogo ad una risposta differente. Perciò, conoscendo quale debba essere la risposta corretta ancor prima di procedere alla operazioni artmetiche, si tratta semplicemente di progettare la logica che deve determinare se la risposta finale è quella attesa oppure no. In caso affermativo, il numero di conto (ecc.) introdotto è da ritenersi corretto; se la risposta finale non corrisponde a quella che la logica può riconoscere in base al suo schema di progetto, il numero introdotto è da ritenersi non valido.

La formula adottata per il calcolo aritmetico della CDV è tale che la risposta finale del processo di verifica consista in un digit. Tale risposta finale (digit) è detta *digit di controllo* poiché essa corrisponde al digit che è verificato dalla logica per determinare se il numero introdotto è appunto corretto. Nel seguito è riportato un esempio relativo ad una formula adottata per CDV. Benché di schemi di CDV attualmente impiegati ve ne siano parecchi, in questa descrizione si limita la trattazione dell'argomento ad un solo schema esemplificativo.

Prima di esaminare la formula adottata dall'esempio, è bene conoscere più da vicino i fattori da prendere in considerazione.

- Numero Base - Il numero base è il numero introdotto dall'operatore, il numero cioè che deve essere sottoposto a controllo.

- Fattore Peso - Il fattore peso è un numero determinato in precedenza, per il quale occorre moltiplicare il numero base, come pure qualunque altro numero introdotto (numeri base).

- Modulo - Anche il modulo consiste in un numero prestabilito ed è costante, al pari del fattore peso - cioè, per ogni numero che si introduce, il modulo usato è sempre lo stesso.

- Digit di controllo - Il digit di controllo rappresenta la risposta al problema aritmetico. Tale digit risulta sempre lo stesso se nel calcolo si utilizza un numero base corretto; il suo valore è noto e la logica di controllo è progettata in modo da poterlo riconoscere. Il digit di controllo consiste nel resto del risultato dell'operazione aritmetica. Di seguito è riportata la formula per la determinazione del digit di controllo.

$$\text{Digit di Controllo} = \frac{\text{Resto di Numero Base X Fattore Peso}}{\text{MODULI}}$$

La formula stabilisce: Si moltiplichi il numero base introdotto per il fattore peso. Si divida il risultato per il modulo. Il resto di tale divisione costituisce il digit di controllo.

A titolo di esempio, si faccia l'ipotesi che il fattore peso sia stato calcolato come 98765432. Il modulo sia 11. Come valore del numero base l'operatore introduce 72419628 (potrebbe essere un numero di conto corrente). Nel seguito è mostrato come avvengono i calcoli in base alla formula. Si osservi come il calcolo sia svolto a parte, colonna per colonna, e non effettui nessun riporto da una colonna a quella successiva, secondo una procedura esclusiva della CDV.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Numero base: | 7 | 2 | 4 | 1 | 9 | 6 | 2 | 8 |
| Fattore peso: | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| Prodotti: | 63 | 16 | 28 | 6 | 45 | 24 | 6 | 16 |

Dopo che i singoli prodotti relativi alle colonne sono stati effettuati, se ne calcola la somma in modo da ottenere un totale. Anche questo calcolo appartiene ad una procedura esclusiva prestabilita. Essa è normale per la CDV ed è essenziale far si che il sistema funzioni.

$$63 + 16 + 28 + 6 + 45 + 24 + 6 + 16 = 204$$

Il totale dei prodotti vale 204. A questo punto tale valore è diviso per il modulo (11) così da determinare il resto che costituisce il digit di controllo.

```
      18
11 | 204
     11
      94
      88
       6 Resto (Digit di Controllo)
```

Il valore del digit di controllo è dunque 6.

## ESERCIZIO N. 2

Si determini se il seguente numero di conto-corrente sia corretto. La logica è progettata in modo da riconoscere come corretto un digit di controllo di 6. Il modulo è 11. Il

fattore peso è 98765432. L'operatore batte il seguente numero di conto-corrente: 68943691. Si riempiano gli spazi lasciati vuoti.

Numero Base: _ _ _ _ _ _ _ _

Fattore Peso: _ _ _ _ _ _ _ _

Prodotti: _ _ _ _ _ _ _ _

Totale dei Prodotti: + + + + + + + =

Digit di Controllo: ____÷ 11 = ____ Resto:____

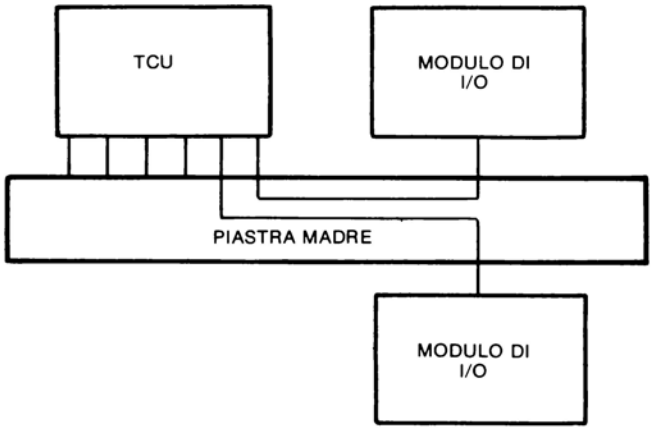
Il numero di conto-corrente è"buono?"____(si,no).

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle soluzioni al termine del capitolo.

## COMUNICAZIONI INTERNE

Le comunicazioni interne ad un terminale avvengono sotto il controllo dell'Unità di Controllo del Terminale. Quest'ultima e la maggior parte dei moduli elettronici sono collegati ad una piastra comune detta piastra-Madre. Essa consiste in una basetta di circuito stampato o in collegamento a back board senza componenti elettronici, avente la funzione di piastra di collegamento comune per tutti i moduli dell'unità. Nello schema che segue è appunto illustrato tale principio.

La TCU, tramite la piastra-madre, trasferisce le informazioni contemporaneamente a tutte le unità, insieme, si badi bene, ad un segnale speciale detto segnale di strobe. Il segnale di strobe è inviato ad un solo modulo per volta e, perché un modulo possa ricevere le informazioni che la TCU gli presenta, esso deve essere selezionato dal segnale di strobe. Ne deriva che, anche se le informazioni sono inviate a tutti i moduli, uno soltanto di essi, quello selezionato, può ricevere i dati. Nel trasferimento delle informazioni dai moduli alla TCU, il loro accesso alla TCU avviene sotto il controllo del firmware (programma ROM).




Le informazioni trasferite tra i moduli sono sempre nella forma di caratteri di otto bit. Le informazioni trasmesse da uno dei moduli sono rigorosamente sincronizzate con quelle provenienti dagli altri moduli. Tale trasferimento interno dei dati avviene in forma seriale, con il risultato che i caratteri sono trasferiti a un bit per volta, uno di seguito all'altro lungo lo stesso filo. Questo flusso per il trasferimento interno dei dati è regolato da un impulso di temporizzazione, comune a tutti i moduli dell'unità.

## COMUNICAZIONI ESTERNE

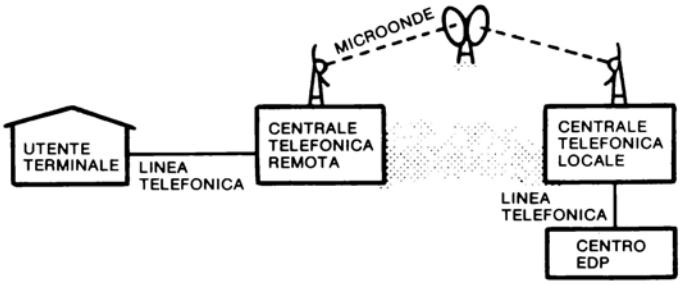
Un terminale deve poter comunicare con altre unità appartenenti al sistema di terminali. Tale possibilità di comunicazione può essere consentita da linee installate a cura del cliente nel caso di applicazioni nello stesso luogo di lavoro - oppure da mezzi installati dalla compagnia telefonica nel caso che il calcolatore centrale si trovi in un posto diverso. Entrambe le applicazioni sono caratterizzate fondamentalmente dalle medesime soluzioni sia che si tratti di trasmettere dei dati oppure di riceverli.

Per applicazioni nello stesso luogo di lavoro, si stendono dei fili dal terminale sino ad un concentratore di dati. Quest'ultimo consiste in un'unità del tipo unità a nastri, che ha il compito di raccogliere e memorizzare i dati di diversi terminali presenti. Tale applicazione è

limitata a distanze relativamente brevi a causa del rischio di perdita o distorsione del segnale, a meno che non si installino altri componenti quali amplificatori o equalizzatori, per mantenere il segnale sufficientemente forte e stabile.

Le linee fornite dalla società dei telefoni sono ben più complesse delle linee per comunicazioni nello stesso luogo installate a cura del cliente. Un equivoco frequente a proposito dei circuiti telefonici nasce dall'erronea credenza che i fili entrati in un'unità ricevente siano collegati direttamente con quelli uscenti dall'unità trasmittente. La realtà è ben diversa. Nella pratica si dà spesso il caso che il circuito comprenda un ponte a microonde. Le uniche porzioni di circuito realizzate mediante fili sono quelle comprese tra la centrale telefonica e gli utenti locali. Il metodo di comunicazione tra due centrali telefoniche non ha di solito alcun interesse per l'utente e per i tecnici del terminale. La figura che segue riproduce un tipico allacciamento per comunicazioni a lunga distanza.

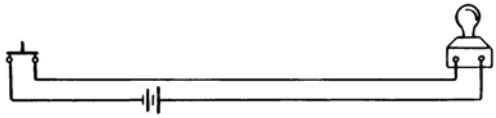
Un allacciamento per comunicazioni, spesso descritto con il nome di canale di trasmissione o portante, Oltre ad un trasmettitore o sorgente dei dati e ad un ricevitore dei



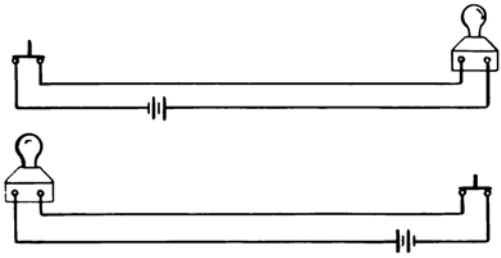

messaggi comprende un cammino di trasmissione tra due o più terminali e può consistere in un singolo filo, in un gruppo di fili oppure in una banda dello spettro di frequenza radio.

Gli allacciamenti per dati sono generalmente classificati in tre categorie fondamentali: simplex, semi-duplex e duplex. Il simplex permette la trasmissione solamente in

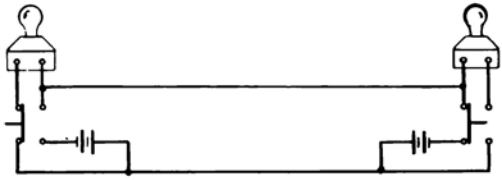
una direzione. La figura A dell'illustrazione riportata più avanti chiarisce tale principio usando come trasmettitore uno switch chiuso, come nella figura, la lampadina è accesa, potendosi perciò affermare che vi è stata trasmissione di un segnale dallo switch alla lampadina. Duplex completo corrisponde alla capacità di trasmettere contemporaneamente nei due sensi (sia inviare che ricevere), come illustrato nella figura B. Semi-duplex corrisponde alla possibilità di trasmettere in entrambi i sensi ma non contemporaneamente. Il disegno C della figura mostra come una linea semi-duplex possa condurre i dati sia in una direzione che nell'altra, ma soltanto in una per volta. La maggior parte dei terminali si vale di linee a duplex completo a 4 fili poiché il verso della trasmissione cambia così frequentemente che questo costituisce il modo di funzionamento più efficace. Si ricordi, d'altra parte, che i terminali non hanno bisogno di comunicare simultaneamente in modo bidirazionale



A. CANALE SIMPLEX



B. CANALE DUPLEX COMPLETO



C. CANALE SEMI-DUPLEX

I bit dei dati possono essere trasmessi o in modo seriale su di un'unica coppia di fili oppure in modo parallelo su

coppie multiple di fili. La trasmissione in parallelo consiste nell'inviare in una volta sola tutti i bit di un carattere (in parallelo), anziché uno di seguito all'altro come nel modo in serie. Questo modo è più veloce ma, poichè richiede più fili, ad eccezione di brevi distanze contenute in poche centinaia di piedi, la trasmissione in serie è più pratica e quindi più diffusa. I terminali trasmettono i dati in serie, a un bit per volta.

Come già si è detto, le forme fondamentali di trasmissione in serie sono due: sincrona ed asincrona. Nella trasmissione sincrona i caratteri ed i bit sono trasmessi ad una velocità di gruppo con trasmettitore e ricevitore sincronizzati. Nella trasmissione asincrona l'intervallo di tempo tra un carattere e l'altro è variabile. Volendo ricorrere alla trasmissione asincrona, ciascun carattere deve essere delimitato da un bit start ed uno stop. Il sistema asincrono è, tra i due sistemi, quello di più semplice realizzazione e quindi il più diffuso nei sistemi di terminali.

La NCR ha messo a punto delle procedure standard per il controllo delle comunicazioni dette procedure *call-up* e *hang-up*, grazie alle quali è possibile stabilire, mantenere o interrompere un collegamento tra un terminale ed il controllo o una stazione di assistenza.

Il periodo di call-up della comunicazione ha inizio allorché il terminale e il posto di controllo fa per primo richiesta di un canale di comunicazione e termina allorché l'unità comincia ad inviare un qualsiasi carattere verso l'altra unità. Questo è del tutto analogo a quanto avviene in una comunicazione telefonica. Il periodo di chiamata ha inizio al momento in cui il gruppo microfonico è stato sollevato ed un numero è stato composto e termina allorché qualunque persona risponde al telefono dell'apparecchio chiamato.

Il periodo hang-up ha inizio al termine del trasferimento del messaggio e finisce al momento in cui si libera il canale di comunicazione. Questo avviene anche in una comunicazione telefonica allorché la conversione è stata completata, con entrambe le parti che hanno rimesso al loro posto i gruppi microfonici (riaggancio) e con le linee nuovamente libere.

## ESERCIZIO N. 3

Per ciascuna delle affermazioni seguenti si indichi nell'apposito spazio se essa è vera o falsa.

1. La maggior parte dei moduli eletronici di un terminale si trova collegata ad una piastra-madre. _____

2. La TCU provvede al trasferimento delle informazioni verso tutti i moduli contemporaneamente. _____

3. Impiegando un canale semi-duplex, la trasmissione dei dati può avvenire contemporaneamente nei due sensi. _____

4. Nel caso che tutti i bit di un carattere siano trasferiti contemporaneamente, si parla di trasmissione in parallelo. _____

5. Il periodo di hang-up inizia immediatamente dopo il termine del periodo di chiamata. _____

Si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nella pagina delle risposte al termine del capitolo.

## IL PUNTO SULLO STATO ATTUALE

### Introduzione

Il settore dell'elettronica compie progressi rapidi e continui man mano che avviene la messa a punto di nuovi metodi tecnologici. Tecniche e dispositivi, che in un dato momento costituiscono quanto vi sia di più avanzato, possono diventare obsolete in un breve lasso di tempo. Anche mentre questa pubblicazione era in corso di preparazione si stavano compiendo ricerche che potrebbero rendere superate le nozioni qui presentate. In ogni caso vi sono tecniche e componenti attualmente adottati che sono in qualche modo rappresentativi della situazione attuale del programma di sviluppo dei terminali nel momento in cui si stanno scrivendo queste pagine. I paragrafi che seguono trattano appunto di questi argomenti.

## MOS/LSI

MOS/LSI significa metal-oxide-semiconductor, circuiti a larga-scala-d'integrazione. Tali circuiti rappresentano i più recenti progressi tecnologici verificatisi nel settore dei circuiti integrati. La tecnologia MOS/LSI si trova adottata in diversi moduli di terminali.

Le scale d'integrazione possibili sono diverse: integrazione su piccola scala (small scale integratio = SMI), corrispondente ai normali integrati (IC); integrazione su media scala (medium scale integration = MSI) e integrazione su vasta scala (large scale integration = LSI). La SMI è impiegata molto diffusamente nella serie di calcolatori della NCR ed in alcuni IC impiegati nei terminali. La MSI è attualmente in adozione su di alcuni prodotti avanzati NCR. La LSI è impiegata in alcuni prodotti diversi dai terminali; in ogni caso, i terminali costituiscono i primi prodotti dell'NCR a impiegare in forma massiccia la tecnologia LSI. Mentre avviene la stesura di queste pagine, la LSI costituisce l'ultima parola in materia di microelettronica.

Sebbene i transistori abbiano più di vent'anni di vita, il concetto di integrazione su larga scala fu ritardato nella sua realizzazione dalla mancanza di tecniche di microminiaturizzazione abbastanza progredito e di un metodo praticabile per la separazione dei transistori l'uno dall'altro su di uno stesso chip. Un passo avanti per il secondo punto fu possibile solo grazie allo sviluppo dell'isolamento bipolare, lo stesso metodo adottato nei complessi dei circuiti integrati che precedettero i criteri MSI e LSI. Nel frattempo si ebbe la scoperta di un altro metodo che condusse in modo quasi immediato al suo impiego nell'LSI. Tale metodo è noto come metal-oxide-semiconductor o più brevemente MOS. Secondo questo metodo tra i componenti è interposto uno strato molto sottile di ossido metallico avente la funzione di isolarli l'uno dall'altro.

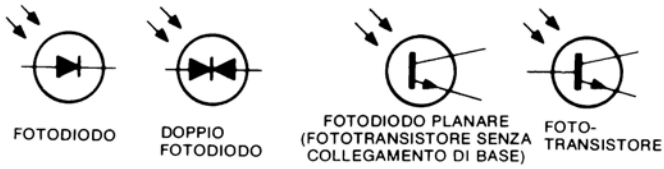
La fabbricazione dei circuiti LSI può avvenire in due modi diversi. Il prodotto del primo modo di fabbricazione consiste in un circuito ibrido nel quale un gruppo di chip distinti è montato sulla stessa piastrina.

Il secondo metodo per la fabbricazione dei circuiti LSI

è noto come metodo monolitico. Secondo questo metodo l'intero circuito si trova su di un unico chip. Tale metodo è quello usato nei sistemi di terminali. Il vantaggio più importante che esso offre risiede nella possibilità di produrre i circuiti a costi notevolmente inferiori nel caso di produzioni di serie.

## Fotodiodi e Fototransistori

I fotodiodi e i fototransistori consistono in dispositivi foto-sensibili a stato solido. Essi si trovano applicati diffusamente in molti settori del mercato industriale, di consumo e militare. Tra gli esempi si possono citare i dimmer per illuminazione, gli allarmi, i lettori di nastri e di schede, i rivelatori e i contatori. L'NCR produce fotodiodi e fototransistori da ben dodici anni. Nella figura che segue sono riprodotti i simboli per i diversi tipi di questi componenti.




**Simboli di Fotodiodi e Fototransistori**

## Diodi a emissione di luce

Il diodo foto-emettitore, LED (light-emitting-diode), è una sorgente luminosa che può essere impiegata dovunque al posto della lampadina a incandescenza a filamento di tungsteno - si situa tra i dispositivi a semiconduttore più significativi. Il LED, ha, per sua stessa natura, un effetto diretto sui consumatori anche maggiore che non i circuiti integrati, poiché esso fa la sua comparsa dovunque grazie alle sue particolari proprietà ed ai vantaggi che è in grado di offrire rispetto ad altre fonti luminose.

La realizzazione a stato solido del LED lo rende virtualmente immune da guasti o da rottura meccanica. Con esso sparisce la neccessità di zoccoli, di circuiti appositi di potenza (driver delle lampadine) e di prove di controllo come nel caso delle lampadine a filamento di tungsteno. Il LED è insomma molto più affidabile delle lampadine a filamento.

La NCR adotta i LED per la sorgente luminosa per la

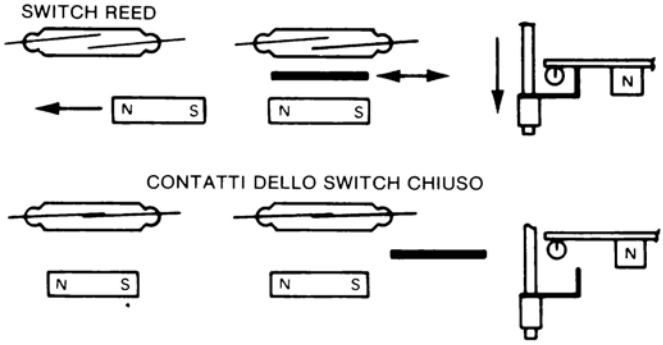
lettura dei nastri perforati, per rilevamento, per indicazioni.

## Interruttori Reed

L'utilizzo degli interruttori Reed è frequente nei moduli elettromeccanici interni dei terminali. Al pari di altri switch, gli interruttori Reed traducono in controllo elettrico uno spostamento meccanico.

Gli interruttori Reed consistono in due o più contatti montati in un'ampolla di vetro funzionanti in base ad un campo magnetico. Gli switch reed, di solito, non comprendono dei magneti, ma entrano in azione quando la densità del flusso magnetico nel senso della lunghezza dell'ampolla supera un determinato valore. Se all'interruttore Reed si applica un campo magnetico, i contatti si attraggono mutuamente.

Una combinazione di uno switch Reed con un magnete permanente può essere utilizzata per avvertire movimenti meccanici di diverso tipo come illustrato nella figura che segue. Nella figura il magnete e l'interruttore reed sono tenuti fermi nella loro posizione mentre un diaframma passa tra di essi. Il magnete fisso mantiene lo switch normalmente in funzione. Il rilascio è quindi ottenuto interponendo un diaframma ferroso tra il reed ed il magnete.




**Funzionamento dello Switch Reed**

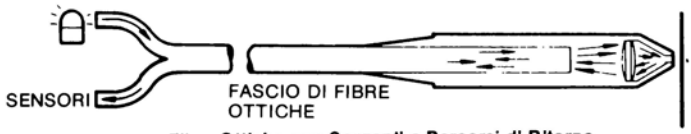
## Fibre ottiche

Le fibre ottiche consistono in complessi di un gran numero di sottilissimi tubi realizzati in un materiale ad elevatissimo indice di rifrazione. Ciascun tubo è inoltre rivesti-

to da una sostanza con indice di rifrazione ancor più elevato. Parecchi di questi tubi sono legati insieme in un fascio in modo da comportarsi come delle guide luminose flessibili a bassa perdita di luminosità.

Le fibre ottiche sono impiegate per riflettere la luce da una sorgente luminosa verso una zona distante all'interno di una unità. Questa zona può essere una sola oppure più di una; si veda al proposito lo schizzo sotto-riportato. Le fibre ottiche sono generalmente adottate dove non è consigliabile l'impiego di lampadine. Poiché il fascio ottico può essere piegato, la luce può essere fatta passare attraverso percorsi anche tortuosi prima di raggiungere la sua destinazione. Inoltre, essendo immuni da danni conseguenti alle vibrazioni, le fibre ottiche sono particolarmente apprezzate laddove la presenza di vibrazioni accorcerebbe di molto la vita delle lampadine.

**Fibre Ottiche con Differenti Destinazioni**



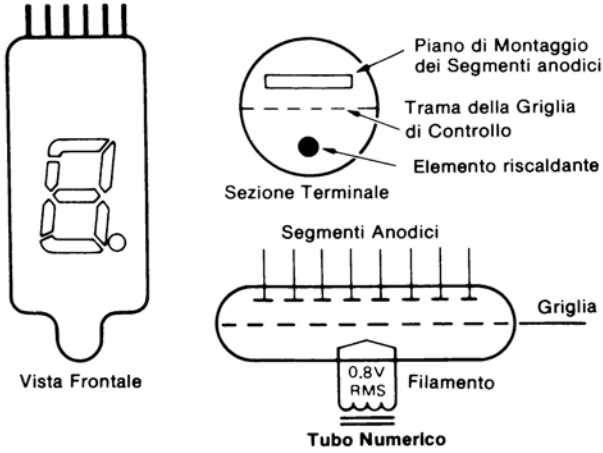

**Fibre Ottiche con Sorgenti e Percorsi di Ritorno**

## Sistemi indicatori

Per indicare informazioni alfa-numeriche esistono svariati metodi, due dei quali consistono nel tubo numerico (nixie) e nel modulo descrittore dei dati. Il nixie è impiegato solo per la visualizzazione di dati numerici, anche se potrebbe essere utilizzato per qualche carattere alfa come U, L ed H. Il modulo descrittore dei dati è utilizzato per la visualizzazione di informazioni alfa, come lo stato della macchina e la sequenza di funzionamento. I due indicatori possono bastare alla visualizzazione di tutte le informazioni relative a un terminale.

## Tubo numerico

Per la visualizzazione di numeri l'NCR adotta un tubo Iseden a sette segmenti. Questo tubo riprodotto nella figura che segue, è un tubo a vuoto con otto anodi con rivestimento in fosforo (sette segmenti numerici e un punto decimale).

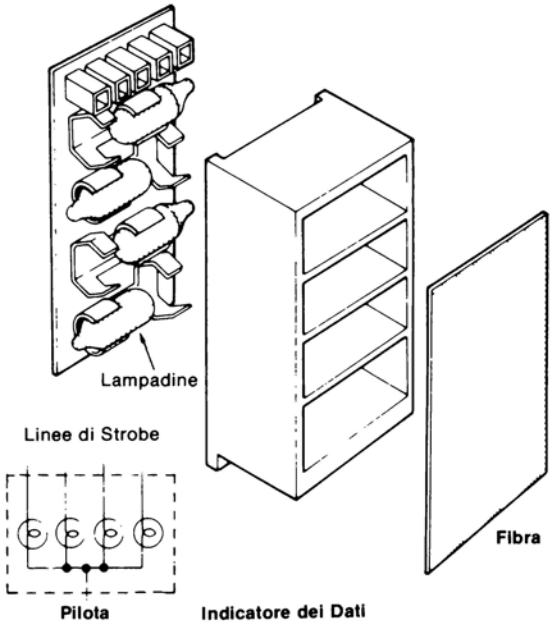



Un anodo si accende quando ad esso si applica una prestabilita tensione, mentre la tensione di griglia controlla l'indicazione. La tensione di griglia è controllata da una logica tale da fornirle un impulso nell'istante appropiato per accendere il segmento voluto.

## Indicatore dei dati

Un indicatore dei dati consiste in un complesso in forma di modulo contenente quattro lampadine. Il fronte dell'insieme è coperto da una fibra sottile contenente sino a quattro messaggi diversi, che possono essere illuminati selezionando le lampadine corrispondenti.

La figura che segue illustra l'indicatore ed il suo schema di principio. Le linee di strobe alle lampadine sono comandate da impulsi sequenziali in modo analogo agli anodi del tubo numerico. Tali linee di strobe possono essere in comune con gli strobe del tubo numerico se si eccettua il fatto che lo strobe per l'indicatore deve avere una durata doppia di quello del tubo, così che, per avere




uno strobe dell'indicatore si devono riunire due strobe numerici. Le lampadine ricevono degli impulsi di strobe per un quarto del ciclo completo, mentre i tubi lo ricevono per un ottavo. Il driver (elemento di comando) è controllato dalla logica in modo da essere sincronizzato con lo strobe appropiato e far si che si illumini il messaggio voluto. Per un tubo il driver può essere attivo per strobe diversi applicati allo stesso tubo, mentre i driver per le lampadine possono agire soltanto per uno strobe per elemento. Se, infatti, in uno stesso elemento fosse accesa più di una lampadina per volta, potrebbero verificarsi dei guasti conseguenti al calore prodotto dalle lampadine.

## TEST DI RIEPILOGO DEL CAPITOLO 8

Si risponda a tutte le domande del seguente test e, una volta terminato, si confrontino le proprie risposte con quelle riportate nelle Pagine delle Risposte ai Test di Riepilogo dei Capitoli in fondo a questo libro. Nel caso che qualche risposta non sia corretta si ripassi il contenuto di questo capitolo.

Si riconoscano tra le seguenti affermazioni quelle vere e quelle false, tracciando un circoletto intorno alla relativa lettera in testa a ciascuna di esse.

1. V o F

   La costruzione modulare corrisponde al criterio di costruire un sistema di terminali che sia indipendente da un'unità di elaborazione centrale.

2. V o F

   La TCU costituisce l'unità di controllo di un terminale.

3. V o F

   Nella trasmissione asincrona il lasso di tempo che intercorre tra la fine di un carattere trasmesso e l'inizio del carattere successivo, è sempre uguale.

4. V o F

   La caratteristica di Verifica mediante il Digit di Controllo può rilevare un numero di conto-corrente che sia stato introdotto per errore.

5. V o F

   In un collegamento del tipo a canale semi-duplex i dati possono essere tasmessi soltanto in una direzione.

6. V o F

   La parità costituisce un criterio per la ricerca degli errori di trasmissione dei dati.

## PAGINA DELLE RISPOSTE

### ESERCIZIO N. 1

1. Falso
2. Falso
3. Falso
4. Vero
5. Falso
6. 7
7. Pari

### ESERCIZIO N. 2

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Numero Base: | 6 | 8 | 9 | 4 | 3 | 6 | 9 | 1 |
| Fattore Peso: | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| Prodotti: | 54 | 64 | 63 | 24 | 15 | 24 | 27 | 2 |

Totale dei Prodotti: $54+64+63+24+15+24+27+2=273$

Digit di Controllo: $273 \div 11 = 24$ Resto: 9

Il numero di conto-corrente *non* é valido

### ESERCIZIO N. 3

1. Vero
2. Vero
3. Falso
4. Vero
5. Falso

# Test Finale

**ISTRUZIONI:**
Questo test consiste in 25 domande con scelte tra più risposte. Si legga dapprima la domanda e ciascuna delle possibili risposte presentate. Si tracci quindi un circoletto intorno alla lettera che a proprio giudizio rappresenta la risposta più corretta. Il test deve essere completato senza aiutarsi con il testo.

1. Quali tra i seguenti problemi di addizione BCD sono corretti?

   a.
   ```
     0000  1000
    +0110  0001
    ------------
     0111  0000
   ```

   b.
   ```
     0101  0101
    +0110  0011
    ------------
     0101  0110
   ```

   c.
   ```
     0010  0110
    +0010  0010
    ------------
     0010  1000
   ```

   d.
   ```
     0010  0101
    +0011  0011
    ------------
     0101  1000
   ```

2. Un Multiplexer esegue:

   a. Una funzione *and* tra varie periferiche e una CPU.
   b. Una funzione aritmetica (addizione, sottrazione, ecc.) come se fosse un'unità ausiliaria di una CPU.
   c. Una funzione *or* tra una CPU e varie periferiche.
   d. Una funzione di memoria temporanea quando la CPU è occupata.

3. Un sommatore (ALU) non solo esegue delle funzioni aritmetiche ma può anche:

   a. Eseguire delle funzioni logiche.
   b. Essere utilizzato per memorizzare un programma.
   c. Interpretare le istruzioni.
   d. Regolare la *velocità di trasferimento* dei dati dalle unità a nastri magnetici.

4. Un metodo per determinare se i dati sono stati inviati e ricevuti senza errori è detto:

   a. Addizionamento
   b. Controllo di Parità
   c. Verifica mediante Digit di Controllo
   d. Campionamento Casuale

5. L'equivalente *decimale* del numero *ottale* 752 è:

   a. 370
   b. 752
   c. 490
   d. 870

6. Le ROM sono diverse dalle memorie *a lettura e scrittura* in quanto:

   a. Una ROM non può essere letta; vi si può soltanto scrivere.
   b. Per una determinata capacità di memoria, una ROM neccessita di uno spazio fisico maggiore.
   c. In una ROM non è possibile scrivere nuovi dati.

7. Un programma che traduce il linguaggio di programmazione in linguaggio macchina, elemento per elemento è:

   a. Un programma Assemblatore
   b. Un programma Compilatore
   c. Un programma in Linguaggio Macchina
   d. Un programma Sorgente.

8. Una particolare unità di un calcolatore utilizzata per la temporanea memorizzazione di un gruppo di bit è:

   a. Un sommatore
   b. Un registro
   c. Un codificatore
   d. Un decodificatore

9. L'equivalente decimale del carattere esadecimale "B" è:

   a. 5
   b. 17
   c. 7
   d. 11

10. Il codice BCD 0010 0110 rappresenta il numero decimale:

    a. 12
    b. 25
    c. 16
    d. 26

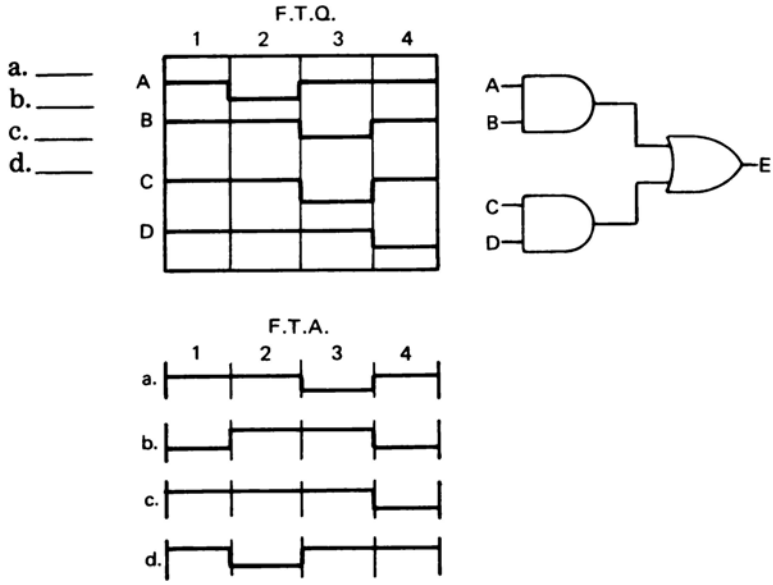
11. I circuiti preposti al controllo della CPU:

    a. Interpretano le istruzioni e abilitano le porte logiche neccessarie all'esecuzione di esse.
    b. Selezionano il prossimo indirizzo di memoria nella sequenza del programma.
    c. Eseguono tutte le funzioni di confronto.
    d. Tutto quanto si è detto.

12. Nel corso della fase di ripristino (scrittura) di un ciclo di memoria:

    a. Avviene la trascrizione dei dati in memoria.
    b. Avviene la lettura dei dati dalla memoria.
    c. Avviene la magnetizzazione dei nuclei.
    d. Tutti i nuclei sono "flipped"

13. Dopo avere esaminato il seguente diagramma logico si determini il segnale risultante nel punto "E" se si applicano ai punti A, B, C e D i segnali riportati nel grafico.




14. L'equazione logica $a = bc + d$ equivale all'affermazione:

a. Perché *a* diventi attivo, devono essere attivi *b, c* e *d*.
b. Perché *b* e *c* diventino attivi, devono essere attivi *a* oppure *c*.
c. Perché *a* diventi attivo, devono essere attivi *b* e *c* oppure *d*.
d. Perché *a* diventi attivo, devono essere attivi *b* e *c* oppure *b* e *d*.

15. I dati possono essere simultaneamente trasmessi in entrambe le direzioni, ricorrendo a:

a. Un collegamento a canale semi-duplex
b. Un collegamento a canale simplex
c. Un collegamento a canale duplex completo
d. Uno qualunque di quelli citati

16. 0000; 0001; 0010; 0100; la successiva configurazione di uscita nella sequenza di questo contatore ad Anello a quattro componenti é:

    a. 0000
    b. 0011
    c. 1001
    d. 1000

17. Una concorrenza di correnti nelle memorie a nuclei serve a:

    a. "Commutare" i nuclei
    b. Impedire la lettura dei nuclei
    c. Smagnetizzare un nucleo
    d. Fare una prova della permanenza magnetica del nucleo

18. L'equivalente decimale del valore binario 00010101 è:

    a. 1005
    b. 15
    c. 3
    d. 21

19. Cambiare dei dati da un linguaggio macchina in un altro comprensibile all'elaboratore è detto:

    a. Elaborazione
    b. Codifica
    c. Decodifica
    d. Trasferimento

20. Mediante l'impiego della tecnica LSI nella fabbricazione:

    a. L'equivalente di più circuiti è prodotto su di un unico chip
    b. L'equivalente di un solo circuito è prodotto su più chip
    c. L'equivalente di un componente è prodotto su di un unico chip

21. A quale delle seguenti unità spetta il titolo di periferica:

    a. Un piano di memoria a nuclei
    b. Un manipolatore per nastri
    c. La CPU
    d. Il sommatore

22. *Incrementare* un numero significa:

a. Diminuirne il valore
b. Convertirlo da un sistema di numerazione in un altro
c. Aumentarne il valore
d. Riportarlo a zero

23. Un programma che esegue delle operazioni su dati simbolici per generare delle istruzioni macchina - risultanti in una versione dilatata del programma originale - è un:

a. Sorgente
b. Programma compilatore
c. Programma principale
d. Programma di espansione

24. Due unità di informazione di un'istruzione sono:

a. Il Codice dell'Istruzione e gli operandi
b. Il Codice dell'Istruzione e gli indirizzi degli operandi
c. Il Codice dell'Istruzione e il risultato del calcolo aritmetico
d. Gli indirizzi degli operandi ed il risultato del calcolo aritmetico

25. La costruzione modulare corrisponde a:

a. Un'unità terminale che funziona in modo indipendente da un'unità di elaborazione centrale.
b. Il criterio di realizzare un'unità con un gruppo di sotto-unità inseribili.
c. Il criterio di collegare i terminali ad un'unità centrale di elaborazione per mezzo di un *fascio di linee (trunk)*.
d. Tutti e tre gli aspetti sin qui nominati.

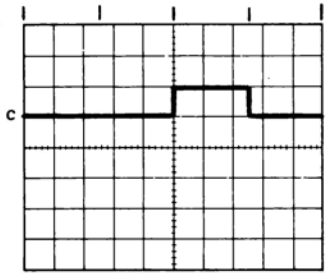
# Risposte ai Test di Riepilogo

## CAPITOLO 1

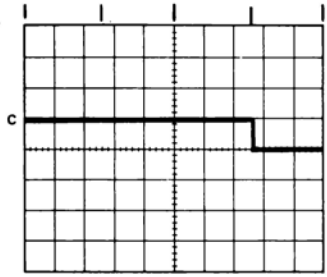
1. c
2. a
3. b
4. c
5. a

## CAPITOLO 2

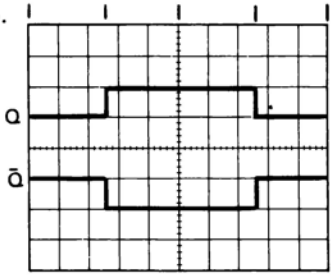
1.



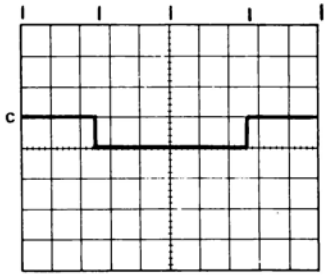

2.



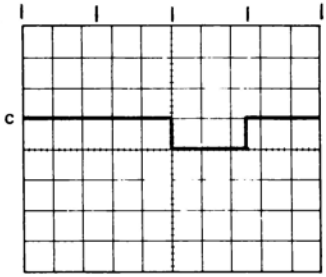

3.



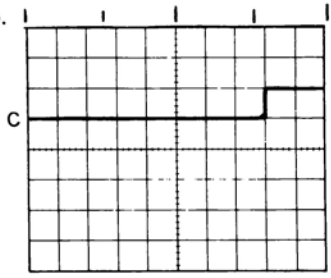

4.




5.




6.



7. Porta *And*

8. Porta *Nor*

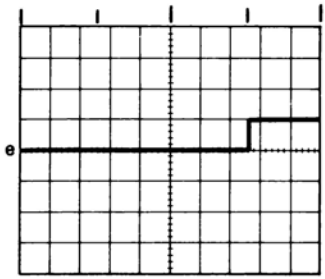
9. *Invertitore*

10. *Flip-Flop*

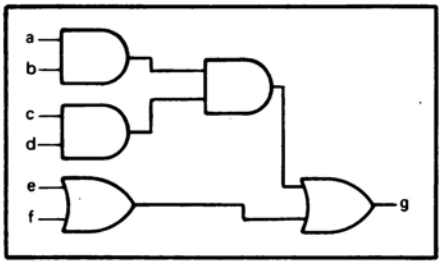
11. Porta *Or*

12. Porta *Nand*

13.




14.




15. Vero

16. Falso

17. Vero

18. Vero

## CAPITOLO 3

1. 11110100

2. 101000111

3. 0001 1000

4. c

5. 5

## CAPITOLO 4

1. Vero

2. Falso

3. Falso

4. Vero

5. Falso

## CAPITOLO 5

1. Vero
2. Falso
3. Falso
4. Falso
5. Falso

## CAPITOLO 6

1. b
2. b
3. a
4. d
5. b

## CAPITOLO 7

1. Vero
2. Falso
3. Falso
4. Vero
5. Vero

## CAPITOLO 8

1. Falso
2. Vero
3. Falso
4. Vero
5. Falso
6. Vero

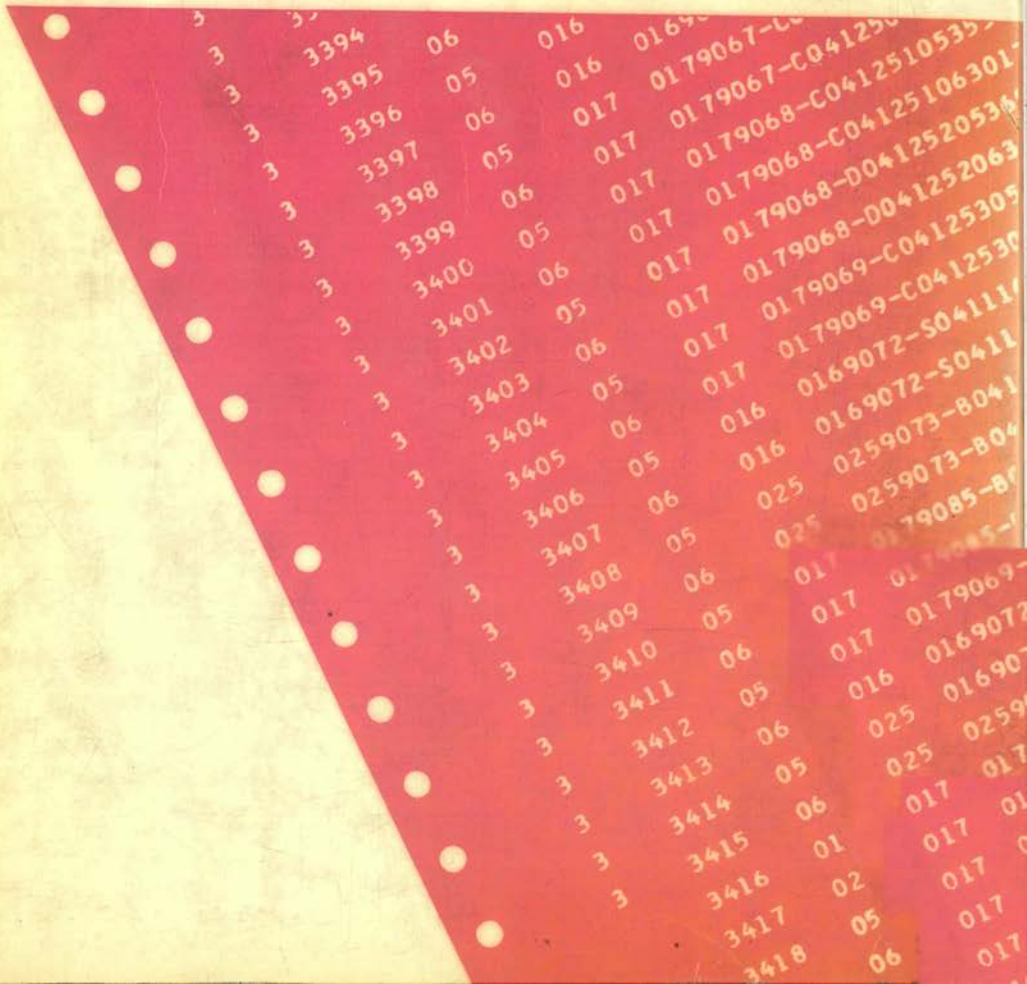
## RISPOSTE AL TEST FINALE

1. d
2. c
3. a
4. b
5. c
6. c
7. a
8. b
9. d
10. d
11. a
12. a
13. a
14. c
15. c
16. d
17. a
18. d
19. c
20. a
21. b
22. c
23. b
24. b
25. b

L.15.000
(14.150)

Edizione italiana del NCR
Data Processing Concepts Course

TM = Trade Mark della Nanotran, Inc.
® = Marchio Registrato della E & L Instruments, Inc.



22

# PRINCIPI E TECNICHE DI ELABORAZIONE DATI

a cura del
Corporate Education Department
della NCR Corporation

JACKSON
ITALIANA
EDITRICE